"十二五"高职高专医学专业规划教材

YUFANG YIXUE

预防医学

主编　李嗣生　朱新义

河南科学技术出版社

“十二五”高职高专医学专业规划教材

正常人体结构
生理学
医用化学
生物化学
免疫学基础与病原生物学
药理学
病理学
预防医学
健康评估
护理学导论
基础护理技术
护理管理学
护士人文修养与沟通
内科护理
外科护理
妇产科护理
儿科护理
老年护理
五官科护理
急救护理
传染病护理
中医护理
精神护理
社区护理
康复护理
医护心理学
计算机应用
应用医护英语
医学应用写作
形态学实验指导
机能学实验指导
基础护理实训指导
专科护理实训指导
实训指导与操作考核评分标准

策划编辑 李喜婷 马艳茹
责任编辑 李 林 张 恒
责任校对 王晓红 崔春娟
封面设计 张 伟
版式设计 栾亚平
责任印制 朱 飞

ISBN 978-7-5349-5800-7
9 787534 958007 >
定价：41.00 元

"十二五"高职高专医学专业规划教材

预 防 医 学

主　编　李嗣生　朱新义

河南科学技术出版社

·郑州·

图书在版编目（CIP）数据

预防医学/李嗣生，朱新义主编．—郑州：河南科学技术出版社，2013.1
“十二五”高职高专医学专业规划教材
ISBN 978－7－5349－5800－7

Ⅰ.①预…　Ⅱ.①李…②朱…　Ⅲ.①预防医学－高等职业教育－教材
Ⅳ.①R1

中国版本图书馆CIP数据核字（2012）第231291号

出版发行：河南科学技术出版社
　　　　　地址：郑州市经五路66号　　邮编：450002
　　　　　电话：（0371）65738001　65788870
策划编辑：李喜婷　马艳茹
责任编辑：李　林　张　恒
责任校对：王晓红　崔春娟
封面设计：张　伟
版式设计：栾亚平
责任印制：朱　飞
印　　刷：新乡市凤泉印务有限公司
经　　销：全国新华书店
幅面尺寸：185 mm×260 mm　　印张：19.25　　字数：468千字
版　　次：2013年1月第1版　　2013年1月第1次印刷
定　　价：41.00元

《“十二五”高职高专医学专业规划教材》编审委员会名单

《预防医学》编写人员名单

主　编　李嗣生　朱新义

副主编　王庆生

编　者　（按姓氏笔画排序）

王　飒（商丘医学高等专科学校）

王庆生（合肥职业技术学院）

王丽华（黄河科技学院）

朱新义（商丘医学高等专科学校）

李嗣生（合肥职业技术学院）

黄祚军（商丘医学高等专科学校）

出版说明

“十二五”高职高专医学专业规划教材由河南科学技术出版社组织，全国十几所院校的教师共同参与，完成编写。本套教材自2005年出版以来至今经过两次大的修订再版。2004年11月，根据教育部、卫生部颁布的《三年制高等职业教育护理专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》，河南科学技术出版社组织众多专家在安徽省黄山市召开了第一版教材的主编会议，2005年第一版教材如期出版。使用两年后，为了改正第一版教材的不足之处，适应护理人才培养要求，2007年7月在河南省郑州市召开了再版教材建设研讨会，对教材进行再版修订。2008年8月出版了第二版。

第二版教材对护理专业课程体系进行了适度的整合，课程目录由原来的22门调整为26门；对部分课程从护理专业角度进行了更为准确的定位，教材内容实行整体优化。四年多的教学实践证明第二版护理专业教材的整体框架是优良的，对护理专业人才培养做出了积极的贡献。

卫生部于2011年颁布了新的护士执业资格考试大纲。新大纲打破传统的内、外、妇、儿和基础护理的划分局限，疾病按系统、器官分类；新增了护理相关的人文科目，包括精神障碍、中医基础知识、护理管理、人际沟通、护理伦理与法规及部分临床疾病，新大纲修改与新增内容共有102处。护士执业资格考试通过率是各高职院校护理教育评价的“金标准”，亦是学生能否走出校门顺利就业的敲门砖，紧扣新大纲的要求，编写新的教材势在必行。

在此背景下，2011年5月，在湖南召开编写会议，确定了“十二五”高职高专医学专业规划教材体系，共34门科目，确定了本套教材的编写指导思想与特色定位。

1. 紧密围绕专业培养目标，突出护理专业特点，力求体现思想性、科学性、先进性、启发性和适用性，强调基本技能的培训。教材编写紧紧结合临床实际和专业岗位的工作要求，把人文关怀渗透到各课程专业实践中。

2. 紧密结合2011年新颁布的护士执业资格考试大纲，根据最新大纲新增相关的知识点对教材进行整合与划分，力求提高护士执业资格考试的通过率。

3. 不仅增加了计算机应用（包括医疗信息系统）、医学应用写作、医护英语这三个近年来广受关注的热门学科，而且增加了四种常用的实训类教材，使本套教材涉及范围更广、专业内容更丰富，突出了基础与临床的结合，更有利于培养实用性护理人才。

本套教材不仅可供三年制高等职业教育护理专业学生使用，其中的部分教材也可供其他相关医学专业学生配套使用。

作为本套教材建设委员会的主任委员，感谢各成员学校领导的积极参与、全面支持与真诚合作；感谢各位主编和编者团结一致，克服了诸多困难，创造性地、出色地完成了编写任务；感谢河南科学技术出版社以及有关单位的全力支持与帮助。

尽管我们尽了最大努力编写本套教材，但由于水平所限，仍可能存在不足之处，希望使用这套教材的广大师生和读者能给予批评指正。

方志斌

2012年8月

前言

《预防医学》是河南科学技术出版社“十二五”高职高专医学专业规划教材的系列教材之一，主要供护理、医学检验等专业使用。

预防医学是现代医学的重要组成部分，为适应医学模式的转变和满足日益增长的民众对医疗卫生保健服务的需求，对预防医学的教学内容和方法也要相应更新。本教材力求贴近护理等相关医学技术专业在临床实践工作中对预防医学知识的需要，在介绍基本理论知识时适当引入案例，同时注重对实践技能的阐述，以期达到提高临床服务技能和水平的人才培养目标。

本教材内容包括绪论、第一章至第十七章和实习指导。第一章至第五章主要介绍人类与环境，以及生活环境、饮食、生产环境、社会环境对健康的影响；第六章至第十一章主要介绍医学统计学基本方法；第十二章至第十五章主要介绍流行病学基本方法；第十六章讲述健康教育与健康促进；第十七章介绍突发公共卫生事件的预防控制。此外，六个实习指导供学生在课间实习时选用，以提高实践技能。

本教材由李嗣生编写绪论、第三章和第四章；王庆生编写第一、二、五章；朱新义编写第六、九、十、十二、十三章；黄祚军编写第七、八、十一章；王丽华编写第十四章；王飒编写第十五、十六、十七章。

本教材在编写过程中得到各参编教师所在单位的倾力支持、热心指导，在此表示衷心的感谢！

本教材中若有错误或不妥之处，恳请广大教师和同仁多提宝贵意见和建议，以便再版时及时纠正。

编　者

2012 年 7 月

目 录

绪　论

★学习要求

掌握：预防医学的定义、研究内容和方法；医学模式、健康观、三级预防的定义。

熟悉：预防医学的发展概况。

了解：预防医学发展简史，学习预防医学的目的和意义。

预防医学是医学领域中的一个重要组成部分。随着医学科学的发展和医学模式的转变，预防医学在现代医学中的地位和作用不断提高，具有了更为丰富的内涵，从个体预防发展到群体预防，从预防疾病扩展到促进健康、提高生命质量。发展预防医学对于实现全球卫生战略目标具有重要的现实意义和深远的历史意义。

一、预防医学的定义

预防医学的理论、内容、方法和技能是在人类与疾病的长期斗争实践中形成的，并不断得到充实、完善和发展。

预防医学是从预防的观点出发，以人群为主要研究对象，运用现代医学及其他科学技术手段，研究环境因素与人体健康之间的关系，探求疾病在人群中发生、发展和分布的规律，提出有效防治对策，并通过公共卫生措施，预防、控制和消灭疾病，以达到保护和增进健康、延长寿命和提高生活质量为目的的一门学科。

预防医学的研究对象是人群健康、疾病与环境之间的关系。着重研究环境因素（包括生物、物理、化学、社会及心理因素）对人群健康的影响，研究人类面临的人口与环境、健康与疾病等关系和人类健康与生命的本质等问题。

二、预防医学的发展简史

预防医学是在人类医学发展历程中逐渐形成和发展起来的，主要经历了以下三个阶段。

（一）个体预防阶段

古典医著《黄帝内经》中“圣人不治已病治未病”，古希腊的希波克拉底（约前460—前377）在《空气、水和地域》一书中系统地阐述了人与环境的关系，并提出“医生应医治的不仅是病，而且是患者”的正确主张。16世纪中叶始，基础医学如解剖学、生理学得到迅速发展，也为预防医学提供了理论基础和实验手段。由于工业发展、

人口集中，以致城市环境受到污染，造成传染病、职业病流行。许多医学家运用实验研究方法来研究传染病、职业病的流行规律，提出防止疾病流行的措施，促使预防医学走上与实验科学相结合的道路，预防医学开始分成流行病学和卫生学两大分支学科。但当时仍限于以个体为对象进行治疗和预防。

（二）群体预防阶段

19 世纪末，生物医学尤其是传染病学、寄生虫学、流行病学迅猛发展，人类在与传染病做斗争的过程中，逐步认识到仅从个体预防传染病是不够的，必须以群体为对象来实施预防，采取免疫接种、隔离检疫、处理垃圾粪便、重视食物和用水安全等社会性预防措施，很快控制了传染病的流行。这是预防医学史上的第一次卫生革命，其特点是以防治传染病和寄生虫病为主要目标，以人群预防作为解决卫生问题的主要措施，卫生学的定义扩大为公共卫生，这些都是个体预防向群体预防发展的主要标志。

（三）整体预防阶段

20 世纪 40 年代以后，人类的疾病谱和死亡谱发生了明显的变化，传染病的发病率明显下降，心脑血管疾病、恶性肿瘤等慢性非传染性疾病上升为主要死因。由于这些疾病与环境、行为生活方式以及卫生服务等因素有关，仅从生物学观点去防治难以奏效，必须转向以生物-心理-社会行为预防相结合的防治，才能有效防治这些慢性病，这就是预防医学史上的第二次卫生革命，它标志着预防医学进入整体预防阶段。

进入 20 世纪 90 年代，随着医学模式的转变，人类对健康的要求不断提高，社区对卫生保健服务需求不断增长，从而提出了一个全新的定义，即社区卫生，有人把这一变革称为第三次卫生革命。

由于世界经济迅速发展，国际交往日益频繁，社会预防势必要超越国界，要解决环境污染、传染病流行等全球性的公共卫生问题，需要整个国际社会的合作，如 1980 年全球消灭天花、2003 年在世界范围内控制 SARS（严重急性呼吸综合征，又称传染性非典型肺炎）疫情就是全球社会预防的典范。因此，采取国际间的卫生合作和全球性的预防策略和措施，有助于实现世界卫生组织“使所有人都尽可能地达到最高的健康水平”的目标，也是整体预防的重要特征。

三、医学模式与健康观

医学模式是人类对健康观和疾病观的高度哲学概括，它反映了在医学科学发展的各个历史阶段，人们对健康和疾病问题的观念和思维方法，因此，医学模式实际上就是医学观。

（一）医学模式的演变

医学模式的确立和演变，与社会的政治、经济、文化、科技水平等诸因素密切相关。医学模式不是一成不变的，它随着时代的发展而转变，不同的医学模式反映不同历史阶段医学发展的特征、水平、趋向和目标，其作用和影响可涉及医学的各个领域。

1. 神灵主义医学模式　认为疾病是鬼神作怪、神灵惩罚，祛除疾病有赖于求神问卜，祈祷神灵的保佑与宽恕。

2. 自然哲学的医学模式　中国古代的阴阳五行学说、古希腊的“四体液”学说等

用朴素、辩证的医学观把自然环境和社会环境联系起来解释健康和疾病。

3. 机械论的医学模式　把人看成机器，用机械运动解释一切生命现象，认为保护健康应像维护机器一样。

4. 生物医学模式　运用生物学观点认识健康和疾病，认为环境、病因和宿主三者之间的动态平衡受到破坏即产生疾病。

5. 生物-心理-社会医学模式　人们发现，除了生物因素外，心理因素、生活方式、饮食习惯、环境污染等社会因素在疾病、特别是慢性非传染性疾病的发生发展中占据了越来越重要的位置。从生物、心理、社会因素的角度来考虑健康和疾病的作用，以指导医学研究和临床实践。

（二）健康观

健康观是人们对健康的认识，健康观是医学模式的核心体现。主要有消极的健康观和积极的健康观。

1. 无病即健康　这是早期人们对健康最朴素的认识，仅从外表判断，而忽视生理和心理的相互作用。一个尚无症状和体征、表面上健康的人，体内可能已经存在某种病理性改变或功能不全。因此，这是一种消极的健康观。

2. 机体功能活动正常即为健康　认为人需要“有结实的体格和完善的功能，并充分发挥其作用”才算健康。这也是一种消极的健康观，注重人在生物学方面的本质特征，而忽视了人的社会属性。一个功能虽然正常但却有严重心理问题的人，很难称得上是一个健康者。

3. 身、心和社会适应上的完满状态即为健康　世界卫生组织对健康的定义是：健康不仅是指没有疾病和不虚弱，而且是指身体、精神上和社会适应上的完满状态。这一积极的健康观包括三层意思：①身体上，即生理上健康。②精神上，即心理上健康。③对社会环境能很好地适应，它既考虑了人的自然属性，也考虑了人的社会属性，是现代医学模式的充分体现。

知识链接…

亚健康：亚健康是介于健康与疾病之间的一种生理功能降低的状态。人们可能感到疲乏无力、食欲不佳、失眠等，但却检查不出有何种疾病。中国卫生部对10个城市的工作人员的调查显示处于“亚健康”的人占48%。据世界卫生组织统计，目前在许多国家和地区，处于“亚健康”疾病状态的人数呈上升趋势。造成亚健康的因素主要有以下几种：一是由于激烈的竞争造成身心的过度疲劳，使身体的主要器官长期处于入不敷出的非正常负荷状态。二是由于人体的老化，表现出体力不支、精力不足的状态。三是某些疾病如心脑血管疾病、肿瘤等的前期。四是人体生物周期中的低潮时期。即使是健康人，也会在一个特定的时期内处于亚健康状态。预防和消除亚健康的关键是养成良好的生活习惯，劳逸结合，平时注意参加适当的体育锻炼，合理膳食，保持心理平衡。

（三）影响健康的因素

1. 环境因素　既包括自然环境因素（空气、水、土壤、食物等），也包括社会环境因素（社会制度、经济、教育、文化、科技水平、人口等）。

2. 行为生活方式　是人们受环境长期影响形成的生活习惯、生活态度和生活制度。合理的膳食、良好的睡眠、适当的体育锻炼是有益于健康的，但是吸烟、酗酒、滥用药物、缺乏锻炼、不良的膳食习惯等行为生活方式对健康是有害的。研究表明，现代病（如心脑血管疾病、恶性肿瘤等）与不良的行为生活方式有关系。

3. 医疗卫生服务　包括医疗、预防、康复及卫生保健等机构及社区卫生服务等医疗卫生设施的分配及利用，医疗卫生制度等。医疗水平低、卫生经费不足、医务人员缺乏等是影响群体健康的因素。

4. 生物遗传因素　有些疾病仅与遗传因素有关如血友病、蚕豆病、精神性痴呆等。而有些疾病如糖尿病、肿瘤、心血管疾病、精神障碍性疾病则是环境因素与遗传因素相互作用的结果。

这四类因素相互影响，相互制约，同时受自然资源的利用程度、自然环境的保护程度、国民经济发展水平、人口数量、社会群体的文化教育素质和卫生事业发展等的影响。

（四）疾病的三级预防

随着医学模式及健康观的转变，预防的范围已扩大到疾病发生发展的全过程，从无病防病、未病先防，到疾病发生后阻止、延缓其发展均包括在预防的范畴之中，这种把疾病的预防分为三级的做法，称三级预防。

1. 第一级预防　第一级预防又称病因预防，即在发病前期，针对病因采取的预防措施。包括社会、环境和机体三方面。

（1）社会措施：是从全球性预防的战略高度和各国政府策略角度考虑，建立和健全社会、经济、文化等方面的措施。如为降低肺癌发病率，各地政府颁布的禁止在公共场所吸烟的地方法规，以及政府采取的财政干预，如以法律形式限制卷烟中焦油量、提高卷烟税收率等；各国为防止环境污染，制定和颁发的一系列法律、法规、条例、标准等。

（2）环境措施：是根据保护环境方针，采取具体的保护空气、水、土壤、作物等的措施，以减少因环境污染而造成的危害。如在工业建设中，贯彻“三同时”制度，即在兴建或改建工业企业项目时实行三废治理项目和主体工程同时设计、同时施工、同时投产。工业生产时通过改革生产工艺，用无毒原料代替有毒原料，通过搞好废物的综合利用，通过“三废”的治理以减轻企业对环境的污染。

（3）机体措施：主要有开展健康教育，培养良好的生活方式，合理膳食，适当的锻炼；有系统、有组织地进行预防接种；做好婚前检查工作，预防遗传性疾病；做好妊娠期和儿童的卫生保健工作等。

2. 第二级预防　第二级预防也称临床前期预防，即在疾病的临床前期做好早发现、早诊断、早治疗的“三早”预防工作。早发现的方法有普查、筛检、定期健康检查、高危人群重点项目检查及设立专科门诊及自我检查等。搞好二级预防应做好宣传工作，

开发领导层，引起各级领导的重视，提高居民的健康知识水平，提高医务人员诊断水平并开发适宜于筛选的方法和技术。

对于职业病和不良的生活环境引起的危害，可通过环境监测，及时掌握有害物质的水平，及时采取有力措施以防止职业病和环境危害的发生。对于传染病，做好二级预防工作，有利于患者的隔离、治疗，并可以控制疾病的蔓延，降低传染病对社会的危害，减少传染病发生引起的各种损失。由于慢性病（如肿瘤）多是致病因素经过长期作用的结果，而且疾病的发展过程较长，因此对于慢性病，发现时间越早，预后越好。

3. 第三级预防　第三级预防即临床预防。对已患病者，采取及时有效的治疗措施，防止病情恶化，促进康复。例如，对慢性病患者通过医学治疗、医学监护，减少疾病的不良作用，预防并发症和伤残；对已丧失劳动力或残疾者通过心理康复、功能康复，使患者恢复生活能力，并能参加社会活动，延长寿命。

不同类型的疾病应有不同的三级预防策略。对于病因明确的疾病，应搞好一级预防，如职业病、医源性疾病、传染病等。对于第一级预防效果难以肯定的疾病如肿瘤，应在尽量做好第一级预防的同时重点做好第二级预防。有些疾病的病因是多因素的，则要按其特点，通过筛检、早诊断、早治疗保证其预后良好，如心脑血管疾病、糖尿病，除致力于培养良好的生活方式，合理膳食，适当运动等第一级预防外，还应兼顾第二和第三级预防。

不论哪一个国家，医务工作者都是贯彻三级预防的主体。我国除了卫生防疫和妇幼保健系统的力量外，临床工作者、全科医生、护士将共同担负起三级预防的重任。

四、21 世纪公共卫生问题及预防医学的任务

进入 21 世纪，全球的经济发展、科技进步和现代化进程都达到了人类历史上前所未有的水平，但科学技术的进步，经济的发展也带来了诸多的公共卫生问题，同时，也给预防医学提出了新的课题。

（一）21 世纪全球公共卫生问题

伴随全球经济快速增长，人类面临的严重的公共卫生问题有：

1. 环境污染与生态破坏仍在持续　地球变暖、臭氧层破坏、酸雨和土地沙漠化已成为全球性的环境污染问题。

2. 慢性病的危害持续增加　现代化的生活给人们带来物质享受的同时，也使慢性非传染性疾病发病增加。由各种不良的行为生活方式如吸烟、酗酒、不良的饮食习惯、缺乏体育锻炼等导致的慢性病如高血压、心脑血管疾病、糖尿病、肿瘤等日益增多。

3. 传染病与寄生虫病的威胁仍然存在　一些原来得到初步控制的传染病与寄生虫病如结核病、性病、血吸虫病死灰复燃，而威胁人类健康的新的传染病如艾滋病、传染性非典型肺炎、禽流感等不断出现。

4. 精神心理问题日益突出　随着工业化、都市化进程，人口的高度集中、紧张的生活与工作节奏、居住与交通拥挤等，可改变人们的心理活动而带来心理压力，使社会心理因素所致的精神心理疾病有所上升，而相对应的预防保健措施缺乏。

（二）预防医学的任务

预防医学的主要任务是利用流行病学及卫生统计学的原理和方法，研究环境因素对健康的影响，掌握疾病在人群中的分布规律，提出控制疾病的措施；采取个人与社会相结合的措施，预防传染病和慢性非传染性疾病；进行生产、生活环境的卫生学调查，防止环境污染，开展健康教育，搞好社区卫生保健；培养居民良好的生活方式，促进健康。

21 世纪，预防医学进入了以人类为研究和服务对象的时代。面对诸多的公共卫生问题，其研究内容和任务也随之发生变化，并得到进一步充实和扩大。

1. 医疗预防保健的关系予以调整　生物医学和社会医学将以社会医学为主；医学预防与社会预防将以社会预防为主；求助医疗与自我保健将以自我保健为主；微观医学与宏观医学将以宏观医学为主。

2. 医疗预防服务的内容和范围在扩大　从整体论的健康观出发，要求从治疗服务扩大到预防保健服务；从生理服务扩大到心理服务；从院内服务扩大到院外服务；从技术服务扩大到社会服务。对于医务人员则要求从单纯提供治疗、护理服务扩展到能为人群提供医疗、预防、保健、康复、健康教育与计划生育指导的多层次的综合性服务。

五、预防医学的研究内容及研究方法

预防医学研究的内容非常广泛，随着人类社会的发展和科学技术的不断进步，已由生物性因素引起的传染病转向非生物性因素引起的疾病如心脑血管疾病、恶性肿瘤、环境污染对人体的危害及心理性疾病等，并随着时间的变化而发生变化。

1. 环境与健康　研究各种环境因素，包括生活环境（空气、饮用水、土壤、住宅、食品安全）、生产环境（职业性损害、职业性化学因素、职业性物理因素）、社会环境等与健康的关系，以及对健康和疾病的作用规律，为如何采取公共卫生、社会卫生措施，如何进行卫生保健，如何预防疾病、增进健康等提供理论依据。

2. 疾病预防控制　针对人群中对健康影响较大的疾病，如病毒性肝炎、艾滋病等传染病，心脑血管疾病、恶性肿瘤、糖尿病、伤害等慢性非传染性疾病，以及医源性疾病、突发公共卫生事件，阐明其流行特征、主要危险因素及预防和控制对策，为搞好三级预防提供依据。

3. 卫生保健策略与措施　阐述全球卫生战略目标和我国卫生事业发展战略目标，以及实现战略目标的关键和基本途径，即初级卫生保健。开展以个人为中心、家庭为单位、社区为范围的，集医疗、预防、保健、康复、健康教育、计划生育技术服务为一体的社区卫生服务，以满足人民群众日益增长的卫生服务需求。

4. 研究方法　医学统计学与流行病学是医学生的必修内容。掌握医学统计学与流行病学的原理与方法，以阐明环境与健康关系，社区居民的健康水平，疾病发生的原因，为制定卫生政策、采取控制疾病的措施提供依据。

六、学习预防医学的意义与目的

《爱丁堡宣言》指出：“医学教育的目的是培养能促进全体人民健康的医生”，以及

“患者理当指望把医生培养成为一个专心的倾听者，仔细的观察者，敏锐的交谈者和有效的临床医生，而不再满足于仅仅治疗某些疾病。”现代医学模式的转变，赋予了健康全新的定义，不仅提高了对医务工作者的要求，也带来了医学教育的改革。

21 世纪，我国的卫生服务将属于卫生保健型体制，突出预防为主和群众性自我保健。这种体制要求医务工作者不仅懂医疗知识，还应具备预防保健的知识和技能，能够指导群众开展防病和自我保健工作，提高疾病的预防和治疗效果。因此，作为医学生的必修课程，掌握预防医学的基本知识和技能具有现实意义及深远意义。

通过本课程学习应达到以下目的：

（1）掌握现代医学模式和健康观，树立预防为主的思想、人与环境的整体观及社会大卫生观，充分认识公共卫生措施在预防疾病、促进健康方面的作用。

（2）掌握预防医学的基本理论、基本知识和基本技能，在临床医疗服务中能开展健康教育和三级预防工作。

（3）学习预防医学的科研思维方法，运用医学统计学和流行病学知识，结合医学专业知识开展社区居民健康状况调查，摸清社区居民健康水平，搞好社区常见病的预防工作。

练习题

1. 预防医学的定义和特点是什么？
2. 如何理解新的医学模式及健康观？
3. 三级预防的定义和任务是什么？
4. 预防医学的任务有哪些？

（李嗣生）

第一章　人类与环境

★学习要求

掌握：环境、环境污染、生态平衡、生态系统和生物地球化学性疾病的定义；地方性氟中毒、碘缺乏病的病因、临床表现及防治措施。

熟悉：环境的分类、环境污染物的种类、来源；环境污染的特点及防治措施。

了解：人类与环境的关系、环境污染对健康的损害。

人类是地球环境演变到一定阶段的产物，其生存和发展离不开环境。人类为了生存和发展，提高生活质量、维护和促进健康，需要充分开发利用环境中的各种资源，但是也会由于自然因素和人类社会行为的作用，使环境受到破坏，使人体健康受到影响，当这种破坏和影响在一定限度内时，环境和人体所具有的调节功能有能力使失衡的状态恢复原有的面貌；如果超过环境和机体所能承受的限度，可能造成生态失衡及机体生理功能破坏，甚而导致对人类健康的损害。因此，如何充分利用有利的环境因素，控制和消除不利的因素，保证人类健康，已成为当前迫切需要解决的重大课题。

第一节　环　境

人类离不开环境，人类利用和改造环境的能力及规模越大，环境质量发生的变化也越大，环境对人类产生的不良影响可能也就越大。人类要与环境和谐相处，走可持续发展道路，要研究与人类息息相关的环境。

一、环境的定义

环境是相对某项中心事物而言的周围情况。人类环境的中心就是人类。世界卫生组织公共卫生委员会给“环境”的定义是：在特定时刻由物理、化学、生物及社会的各种因素构成的整体状态，这些因素可能对生命机体或人类活动直接地或间接地产生现时的或远期的作用。与人类健康密切的环境按其要素的属性可分为自然环境和社会环境。

（一）自然环境

自然环境也叫物质环境，是指存在于人类周围的客观物质世界，如空气、水、食物、土壤、动植物、太阳辐射等。自然环境是人类赖以生存和繁衍的物质基础。按照它

受人类活动影响的情况，可分为原生环境和次生环境。原生环境即天然形成的未受或少受人为因素影响的环境。严格地说，只有人迹罕至的荒漠、原始森林、海洋深处才是原生环境。原生环境中有许多适量分布的自然因素，它们都对健康起促进作用，如正常化学组成的大气、水、土壤，以及微小气候、太阳辐射等。但是，也有不利的因素，有些地区水或土壤中出现某些元素含量过多或过少，导致发生生物地球化学性疾病，如地方性甲状腺肿、地方性氟中毒、克山病等。次生环境是指受人为活动影响和人工改造了的环境。与原生环境相比，次生环境中的物质交换、迁移和转化、能量信息的传递等都发生了重大的变化。这种变化对人类产生有利或有害的影响。人类的活动如果能重视环境中的物质和能量的平衡，就会带来良好的影响，如在黄河下游修建大堤，控制河水泛滥，使之次生环境优于原生环境；如果不重视环境中的物质和能量的平衡，就会使次生环境质量恶化，对人类健康产生不良影响，如随着工业和交通运输事业的发展，造成大量废水、废气和废渣排放，严重污染了水、大气和土壤等自然环境，从而在世界范围内发生多起环境污染的严重公害事件。

（二）社会环境

社会环境属于非物质环境，是指人类在生产、生活和社会交往活动中相互间形成的生产关系、阶级关系与社会关系与条件的总和。它包括社会政治制度、经济制度、文化教育水平、人口状况、行为生活方式及医疗卫生服务等。社会环境不但可直接影响人的健康状况，而且还可以通过影响自然环境和人的心理，间接影响人的健康，已成为心脑血管疾病和恶性肿瘤等疾病发生和死亡的重要原因。因此，社会环境对人类健康的影响正日益受到重视。

二、生态系统与生态平衡

生物在地球上生活的范围即为生物圈，生物圈内的空气、阳光、水、土壤、食物等都是人类赖以生存的物质条件，它包括海平面以下 11 km 和海平面以上 15 km 之间的地表大气层。

（一）生态系统

生态系统是指生物群落（包括微生物、动物、植物及人类等）与非生物环境（空气、水、无机盐等）所组成的自然系统。生态系统的范围大小不一、多种多样，如一个湖泊、一条河流、一片森林、一个城镇等都可构成一个生态系统。在一定的时间和空间里，生物与生物之间、生物与环境之间，通过食物链不断地进行物质的交换和能量的转移及信息的传递，这种生物与环境的结合体，叫生态系统（图 1－1）。它是一个有独立功能的基本单位。生态系统中能量流动是通过食物链和食物网来实现的；同时食物链对环境中的物质转移和蓄积有重要影响，最终可能对人类健康构成危害。

（二）生态平衡

各种生物都生活在生态系统之中，它们之间不断发生着能量、物质和信息的交换转移，在一定条件和时间内，保持着自然的、暂时的、相对的平衡状态，叫生态平衡。它是一种动态的平衡。一旦外界和内部因素变化，平衡可能遭到破坏。在一定限度内，生态系统可以进行适当调节，直至建立新的平衡。例如，一旦大量有机物进入了水体，



知识链接…

图 1－1　生态系统

由于营养物质过多，会使藻类和其他水生生物繁殖，大量消耗水中氧气，鱼类等动物会因为没有足够的氧气而死亡，水体变黑变臭，生态平衡被破坏。如果有机物不再排入河流，其中的有机物完全分解，水体又将逐步恢复原貌。生态系统总是处在平衡-不平衡-平衡的变化过程中，进行着物质和能量的转移，推动生物的进化和发展。

1770 年 4 月，欧洲的第一批移民在澳洲定居了。他们看见澳洲有莽莽的草原，可是食草动物少得可怜。因此移民们在 18 和 19 世纪依次从印度、马来西亚等地引进了黄牛等家畜。由于畜牧业的突飞猛进，严重的粪害问题便出现了。据估计，一头体重约 270 kg 的肉用牛，每日的排粪量大约为 16 kg。在澳大利亚大草原上，那时候有 4 万头牛，每日会有 64 万 kg 的牛粪排在草原上。时间一久，许多粪便就覆盖了草原，压住了牧草，阻碍了牧草的生长，使得肥美的草原渐渐退化，还出现了许多秃斑。在把牛引进澳洲时，也把两种十分讨厌的苍蝇——水牛蝇与灌木蝇也引进了。牛粪是苍蝇的滋生地，牛粪使得水牛蝇及灌木蝇快速繁殖起来。到了 20 世纪的 50 年代以后，苍蝇在整个澳洲大陆非常猖獗。为了能够拯救大草原，澳大利亚派出了许多科研人员，赶赴世界各地，引进了大量蜣螂。蜣螂是一种食粪类甲虫，俗称屎壳郎。不要看屎壳郎名字难听，它却是处理粪便的能家里手。屎壳郎不但以粪便作为食物，还将粪便当成“育儿房”。在粪球里面产卵，将粪球当成幼虫的食物。屎壳郎搬运粪便的能力非常惊人。先利用前足切掉一块粪做成粪球，接着利用后足将粪球推到适宜的地方并且埋到地下。据说，从非洲的肯尼亚引入澳大利亚的一种屎壳郎，它的成虫能制作出比自身身体还要大的粪球。这种屎壳郎一雌一雄共同合作，只需要 30～40 h 就能把 1 L 的新鲜粪便运到地下。屎壳郎来到了澳洲草原以后，迅速地将粪便运走并且埋到地下，牧草获得了蓬勃生长的养料。苍蝇失去了赖以生存的粪便，无疑遭到了毁灭性的打击。就这样，澳大利亚的大草原获救了。

在下列三个方面。

（一）人与环境的物质统一性

人与环境之间最本质的联系就是物质的交换和能量的转移。而物质交换和能量转移的基本途径是食物链。一方面，人体通过摄食的方式从环境中摄取生命活动所必需的物质，如空气、水、食物等，它们在人体内经过分解与同化作用，合成细胞和组织的各种成分，并产生能量，以维持机体的生长发育和健康，并从事生产活动等。另一方面，人体将不需要的代谢产物，通过各种途径排入周围环境，在环境中进一步转化，成为其他生物的营养物质而被吸收利用，再成为食物而为人体所摄取，如此反复循环。

人与环境的物质和能量交换的基本单元是各种元素，而人体血液内的60多种化学元素含量与生存环境中各种化学元素的丰度有明显的一致性，这充分说明人不但是环境发展到一定阶段的产物，而且在物质上具有一致性。

（二）人对环境的适应性

人类对环境有不同程度的适应能力和防御能力。人体的各种结构和功能是在长期的发展过程中，在与环境相互作用和制约下形成和发展起来的。当人类生存的环境条件发生变化时，人体可调节其生理功能来适应外界环境的变化。例如，在高原地区，人体可通过增加呼吸空气量、加快血液循环、增加红细胞中血红蛋白含量等机制来适应缺氧环境，从而维持机体正常生理活动。但人体的适应能力是有限度的，一旦环境发生的变化超过了人体的限度就会发生病理性改变，引起疾病，甚至危及生命。例如，紫外线照射使人体皮肤细胞中的黑色素原转变成黑色素，使皮肤变黑，避免深部组织的过热和受害；但过强过量的紫外线照射则会导致雪盲和电光性眼炎，甚至发生皮肤癌。

（三）人与环境作用的双向性

人在社会中，有适应环境和保护自己免受侵犯的能力，而且有按照主观愿望改造环境的能力。例如，改良土壤、驯化野生动物等。但是在这一过程中，人类也会受到自然环境的反作用。例如，大量的煤炭和石油的开发使用，使大气中二氧化碳的浓度不断增高，全球变暖，冰川融化，海平面上升，破坏了人类与环境之间的平衡状态，严重威胁到人类本身的健康。因此，人们在改造环境的同时，应当充分保护环境，遵循自然规律，使环境向着对人类有利的方向发展，避免或减轻其对人类的危害。

第二节　地球化学因素与健康

生命的出现需要一定的化学环境，而地表中有90余种化学元素，几乎都能在人体内找到。这些化学元素的绝大部分是依靠风化作用释放进入土壤和水体中，通过食物链在生态系统中进行物质交换。地质环境是地球亿万年演化的产物，由于极其复杂的因素，形成了地球化学元素分布的不均一性。这种差异在一定程度上控制和影响着世界各地区人类和生物的发展，并导致生物生态的明显区域差别和人类疾病的不同分布和不同表现。

一、生物地球化学性疾病的定义

长期以来的生物演化过程，使人体内的元素与环境中的元素保持着动态平衡，而地质地壳运动所造成的地表元素分布的不均匀性，影响着人类和各种生物的生存与发育，并导致生物生态的区域差别及人类疾病的不同分布和不同表现。由于在地球演变过程中使原生环境的土壤、饮水中某些元素过多或不足造成的人体摄入量与生理需要量的不相适应而引起的一种特异性地方病，称之为生物地球化学性疾病。这类疾病目前已查明与10余种元素有关，如碘、氟、砷、钼、钴、铜、镍、铝和硼等，均可引起动物和人类的生物地球化学性疾病；其中分布最广的是碘缺乏病和地方性氟中毒等。

（一）生物地球化学性疾病的特征

（1）疾病的发生有明显的地区性，且与该地区地质中某种化学元素之间关系密切。

（2）疾病的发生与地质中某种化学元素之间有明显的剂量－反应关系。

（3）在不同时间、地点、人群中均有同样的相关性。

（二）常见的生物地球化学性疾病

（1）元素缺乏性生物地球化学性疾病如碘缺乏病、大骨节病等。

（2）元素过多性生物地球化学性疾病如地方性氟中毒、地方性砷中毒等。

二、碘缺乏病

碘缺乏病（IDD）是指机体在不同生长发育阶段由于碘摄入量不足所导致的以智力障碍为主要危害的一系列病症，主要包括地方性甲状腺肿、地方性克汀病、亚临床型克汀病、流产、早产、死胎等。而甲状腺肿、克汀病则是碘缺乏的最明显的表现形式。

（一）碘在自然界中的分布和在人体内的代谢

碘在自然界广泛以碘化物形式存在，其溶于水，可随水迁移，故海洋中生物含碘丰富，沿海水碘高于平原，平原高于山区。碘是人体必需微量元素，其主要来自食物，少量来自水和空气。成人体内正常含碘量为20～50 mg，其中20%存在于甲状腺中，是合成甲状腺激素的重要元素。机体80%以上的碘通过肾脏随尿排出体外，10%左右随粪排出。我们通常用尿碘排出量来估算碘摄入量。碘的最低生理需要量为每人每日75 μg，供给量为生理需要量的2倍，即每人每日150 μg。

（二）流行病学特征

碘缺乏病是一种世界性的地方病。全世界有110个国家流行此病，受碘缺乏威胁的人口达16亿，占总人口的28.9%。我国除上海市外，其他各省、市、自治区都有不同程度的流行，病区人口约5亿，主要分布在东北、华北、西北、西南和华南等地区，病区分布的特点是山区高于丘陵，丘陵高于平原，平原高于沿海，农村高于城市；在流行区任何年龄的人都可发病，以生长发育旺盛的青春期发病率为最高，女性患病率一般高于男性。

（三）病因

1. 地理因素　土壤中缺碘是人体碘缺乏的根本原因。土壤中碘含量和当地海拔高度、岩石、土壤的性质有关，其中以石灰石、白垩土、沙土、灰化土及泥炭土含碘量为

最低。

2. 膳食因素 人体碘近60%来自植物性食物，土壤中缺碘可影响植物性食物含碘量。不合理的饮食也与碘缺乏病有密切关系，如低蛋白质与低热量饮食可影响甲状腺激素的合成，钙可妨碍碘的吸收，加速碘的排泄等。

3. 致甲状腺肿物质 食物中存在一些致甲状腺肿物质，如玉米、高粱、黄豆、花生等含硫氰酸盐可抑制甲状腺对碘的浓集能力，使甲状腺素合成不足引起甲状腺肿大；芥菜、卷心菜等蔬菜中的硫葡萄糖苷进入胃肠道，在酶的作用下可形成硫氰酸盐和异硫氰酸盐，引起甲状腺素合成障碍。

4. 饮水因素 人体从饮水中获得的碘占总摄入量的10%～20%，水中碘含量低，甲状腺肿发病率高。

5. 药物因素 硫脲类抗甲状腺药物抑制碘的有机化合偶联过程；治疗精神病的碳酸锂抑制甲状腺激素的分泌；间苯二酚、洋地黄、四环素类药物均有一定的致甲状腺肿作用。

（四）发病机制

当缺碘时甲状腺素合成减少，使血液中甲状腺素浓度降低，机体通过下丘脑－垂体－甲状腺反馈调节机制，刺激垂体前叶分泌促甲状腺素增多，使甲状腺上皮细胞增生，滤泡增殖，引起甲状腺肿大、结节或钙化。在胚胎期及出生后脑发育期缺碘，可造成胎儿大脑皮质、基底核及内耳结构发育受阻，导致生后智力低下及耳聋；若继续缺碘，还会影响神经细胞树突，髓鞘形成和胶质的发育，导致抽象能力缺陷和智力低下；近年来研究还表明，缺碘影响大脑蛋白质的合成和突触间神经信息传递、递质生成和释放，以及神经细胞发育等。由于缺碘对脑发育的影响程度不同，部位不同导致出现不同临床表现，轻者可能仅表现为智力低下，重者则可出现典型的克汀病症状。

（五）临床表现

1. 地方性甲状腺肿 主要症状是甲状腺肿大。早期常无自觉症状，仅甲状腺肿轻度肿大；晚期肿大的甲状腺会压迫气管和食管，引起呼吸困难、吞咽困难及声音嘶哑等症状。临床可分三型：①弥漫型：甲状腺均匀增大，摸不到结节。②结节型：甲状腺可摸到一个或几个结节。③混合型：甲状腺均匀增大并可摸到一个或几个结节。

按甲状腺肿大程度，可分三度：① 0 度：甲状腺摸不到，看不见。② Ⅰ度：颈部端正时，甲状腺摸得着，看不见，甲状腺虽不大但能摸到结节者，也应判为Ⅰ度。③Ⅱ度：颈部端正时，甲状腺摸得着，看得见。

2. 地方性克汀病 由于胚胎期和出生后早期严重缺碘，造成甲状腺功能低下，引起大脑和中枢神经系统发育分化障碍而导致的精神迟滞，体格矮小，听力障碍，运动功能障碍及性发育滞后等；临床表现可为呆、小、聋、哑、瘫及甲状腺功能低下和甲状腺肿大，故亦称之为地方性呆小症。

临床可分三型：①神经型：智力低下、聋哑、下肢痉挛、瘫痪和僵直，出现特征性步态。②黏液水肿型：甲状腺功能低下，生长迟缓、身材矮小、声音嘶哑、表情淡漠、智力缺陷。③混合型：兼有神经型和黏液水肿型的表现。

3. 亚临床克汀病 患者以轻度智力低下为主（智商为50～69），缺乏典型地方性

克汀病的临床表现，看上去似健康无病，实则发育和智力均不正常。除轻度智力低下外，还有轻度听力障碍、语言障碍、生长发育障碍和神经运动功能障碍。本病因其临床表现不明显，易被人们忽视，而实际上发病率远高于典型地方性克汀病。

（六）防治措施

碘缺乏病防治措施重点在一级预防，其内容如下。

1. 碘盐　是防治碘缺乏病的根本措施。食盐中加碘化钾或碘酸盐，碘化钾含量以（0.2～0.5）$\times 10^{-4}$为宜或稍高一些。加入碘酸盐含量为出厂浓度不低于30 mg/kg，销售点不低于25 mg/kg，用户盐中碘量不低于20 mg/kg。碘易挥发，碘盐在包装、储存、运输及食用过程中，应包装严密、保持干燥、低温暗处存放，菜熟加盐，切忌爆火久煮，以免碘的损失。

2. 碘油　是植物油皂化成脂肪酸再与碘结合而成。是一种长效、经济、方便、不良反应少的防治药物，对于偏僻、交通不便、不易供应碘盐的地区可选碘油。碘油注射时，其碘效能可达3～5年，口服时，可达1.5年左右。

3. 加强健康教育　在病区普及预防知识，使群众自觉参与防治工作，并能坚持食用碘盐或碘油，改变不合理的饮食习惯，主动配合补碘工作。

碘缺乏病的二级预防主要是做到早发现、早诊断。应有组织有重点地开展产前诊断和先天性疾病的筛检，并进行有效地干预治疗。

三、地方性氟中毒

氟是地球上分布较广的微量元素。地方性氟病又称地方性氟中毒，它是由于长期摄入过量氟所引起的以氟斑牙、氟骨症为主要特征的一种慢性全身性疾病。

（一）流行病学特征

1. 病区的地理、地质和气候条件　我国绝大多数饮水型病区的地质背景为富氟的岩石层，少数病区则邻近富氟矿区，有的地处深断裂脉状地带，地下水的氟含量高，一般为2～5 mg/L，高者可达19.2 mg/L。气候多为干旱少雨多风，蒸发等作用强，有利于氟的浓缩和富集。

2. 性别和年龄与发病的关系　氟病的发生与性别无关。但有些病区，女性患者的病情较重，可能与妇女生育、授乳等有关。氟斑牙的发病年龄，一般乳齿患病较少，恒齿多见，以7～15岁发病率最高。氟骨症一般都在10岁或15岁以后发病。患病率和病情均随年龄增加而升高和加重。氟斑牙是地方性氟病的敏感指标。患氟斑牙者不一定有氟骨症，而患氟骨症者往往有氟斑牙。但成年后迁入病区而患氟骨症者，一般均无氟斑牙。

3. 饮水含氟量与氟斑牙率的关系　在一定范围内，饮水含氟量越高，氟斑牙率也越高。但因各地总摄入量有差异，且氟的吸收又受诸多因素的影响，报道不完全一致。综合国内各地流行病学调查资料，水氟与氟斑牙的关系，大致为：①当水氟在0.5～1.0 mg/L时，氟斑牙率为10%～20%。②水氟在1.0～1.5 mg/L时，氟斑牙率为40%～50%。③氟>1.5 mg/L时，氟斑牙率为90%～100%。但是必须指出，这种剂量－反应关系，在一些国家相差很大，如美国水氟为2.0 mg/L时，1～12岁儿童中可发生氟斑牙。

（二）病因

1. 饮水型　即长期饮用含氟量高的水而引起的氟中毒。此型分布广，90%的患者属此型。

2. 燃煤型　即由燃烧高氟劣质煤而污染空气、食物、饮水，使居民摄入大量氟而引起的氟中毒，多发生在寒冷、潮湿、室内燃煤时间长，且习惯烘烤粮食的地区。

3. 食物型　由于食用含氟高的砖茶、粮食和蔬菜等食物而引起的氟中毒。食物含氟量高对发病的影响仅限于喜食该食物的人群。

（三）发病机制

氟为人体必需微量元素之一，参与正常的钙磷代谢，促进牙齿和骨骼钙化，适量的氟可促使牙齿和骨骼正常生长和发育，并对神经传导和酶代谢有一定作用。氟进入人体后，在胃肠壁内迅速被吸收，并被转运到各组织。氟还可透过胎盘屏障。体内氟主要通过肾脏排出。过量氟主要蓄积在骨骼和牙齿组织中。氟中毒机制如下。

1. 对钙磷代谢影响　过量的氟与钙结合成难溶的氟化钙，大量氟化钙沉积在骨组织中，使骨质硬化，密度增加，少量沉积在骨周软组织中，使韧带肌腱等钙化。血钙的减少，反馈地引起甲状旁腺功能增强，分泌增多，加速破骨细胞对钙的吸收，并抑制肾小管对磷的全吸收，使磷大量排出。

2. 对骨骼的影响

（1）氟化钙大量沉积，可使骨质硬化，骨密度增加，骨皮质增厚，髓腔变小；而破骨细胞可使骨钙吸收又可使骨质脱钙疏松。因而在临床上出现硬化型、疏松型和混合型三种表现。

（2）氟取代骨盐羟基磷灰石中羟基，使之变成氟磷灰石，从而破坏正常骨质晶体结构；另外成骨细胞和破骨细胞活动，又促进新骨形成，骨内骨增生，因而造成骨皮质增厚、表面粗糙、外生骨疣等病变。

（3）氟能抑制骨磷酸化酶的作用，从而影响骨组织对钙盐的吸收和利用。

3. 对牙齿的影响　主要发生在牙胚发育阶段，氟可使釉细胞中毒变性，影响釉质正常发育，可使牙本质钙化不全，牙齿变脆，因而在出牙后，牙面呈现混浊无光泽的白垩样斑点。同时因钙化不全的釉质疏松多孔，吸附色素并使色素沉着。但适量的氟可在釉质表面形成氟磷灰石保护层，降低釉质酸溶性；同时氟能抑制口腔中某些酶的活性，使产酸减少，因而具有防龋的作用。

4. 氟的其他毒性作用　氟中毒是全身性疾病，除了累及牙齿和骨组织之外，对非骨相组织和器官亦能产生损害。

（四）临床表现

1. 氟斑牙　是氟中毒的早期临床表现，一般发生在恒牙形成期。临床上氟斑牙可分为三型：①白垩型：牙齿无光泽、粗糙，似粉笔状。②着色型：牙面呈微黄、黄褐或黑褐色。③缺损型：牙釉质受损脱落，呈点状、片状或地图形凹状，或呈广泛的黑褐色斑块，且有浅窝或花斑样缺损，深度仅限于釉质。

2. 氟骨症　主要表现为腰背和四肢大关节酸痛、关节僵硬、上下肢弯曲、驼背。一般晨起最剧，活动后减轻。但不伴体温升高和关节肿胀，不受气候改变的影响。重症

患者，终日卧床，不敢活动，惧怕他人触动。此外，肢体皮肤可有紧束感、知觉减退和四肢发麻。也可出现神经衰弱综合征及胃肠道功能紊乱等症状。

氟骨症的X线征象可出现骨质疏松、骨质硬化、骨质软化、骨周围软组织钙化、骨关节改变、骨骼变形等。

（五）地方性氟中毒的预防措施

减少氟的摄入量是预防地方性氟中毒的根本措施。饮水型氟中毒应以改水降氟为原则。改换水源可采用打低氟的深井取水；无低氟水源可采用理化方法除氟，如碱式氯化铝法、明矾法等。燃煤型氟中毒通过改良炉灶，增设排烟设施，加强通风，以降低室内空气氟浓度；改变食物的干燥方法，以减少食物氟污染；还可通过健康教育来改变人们不良生活习惯等方法预防氟中毒。做好预防不仅能控制新发，而且能对原有的氟骨症患者还有一定的治疗作用。

知识链接···

中国饮水型地方性氟中毒病区涉及28个省和新疆生产建设兵团的1 181个县、5 636个乡、107 563个村，病区人口约9 200万人。截至2006年，全国已完成62 395个病区村的改水工程，改水率为58%，正常使用率为73%，实际受益人口约4 950万人。其中，有18个省（区、市）和新疆生产建设兵团的改水率已达到70%以上；山西、黑龙江、安徽、河南、内蒙古、四川6个省（区）的病区村改水率不足50%；部分已改水工程的水质仍不达标。卫生部门于2005～2006年对以往相关部门建设的31 577个改水工程的运转情况和水氟含量进行了检测，结果显示，改水工程的正常运转率为77%；按照水氟含量限值1.0 mg/L的标准，超标的工程比例为33%，以河北、吉林、江苏、陕西、山西和天津等地情况最为严重。

第三节　环境污染与健康

随着人类开发利用自然资源的能力不断扩大，环境日益受到生活性和生产性废弃物的污染，特别是自20世纪80年代以来，人口、资源危机和许多生物濒临灭绝，酸雨危害、臭氧层破坏、温室效应等环境问题，严重破坏了大气、水、土壤等自然环境和生态平衡，引起环境质量变化，影响着人类正常的生活和健康。

一、环境污染的定义

由于进入环境的有害物质（物理、化学、生物学等因子）的数量、浓度、持续时间超过了环境本身的自净能力，使环境的结构和功能发生变化，质量恶化，可能对人群或其他生物造成有害影响的现象称环境污染。严重的环境污染叫环境破坏或公害。由于公害而造成的地区性疾病叫公害病。

环境污染可由自然因素引起，如火山爆发、地震、水灾、台风、海啸等；但更多的

是人为因素引起的，如向环境中排放工业“三废”、生活“三废”、电磁辐射和噪声等，使环境质量下降，对人体健康产生直接、间接或潜在的危害。历史上已发生多起环境污染事件，如英国伦敦烟雾事件、日本的水俣病事件等。

二、环境污染物及其来源

（一）环境污染物

进入环境并引起污染的有害物质称环境污染物。它包括自然形成和人类活动时产生的两类，本节研究的主要是后者。环境污染物直接进入环境，其物理和化学性状未发生改变的污染物，称一次污染物；一次污染物在物理、化学因素或生物因素的作用下发生变化或与环境中其他物质发生反应形成新的污染物，称二次污染物。无论是一次污染物还是二次污染物，都可能直接或经过一系列生物转化和生物富集，通过各种途径进入人体，对人造成损害，严重时可危及生命。环境污染物根据其性质可分为生物性污染物、化学性污染物和物理性污染物三大类。

（1）生物性污染物：包括各种病原微生物、寄生虫和有害的昆虫、动植物等。

（2）化学性污染物：包括有害气体、重金属、有机化合物、无机化合物、农药及高分子化合物。

（3）物理性污染物：如噪声、电离辐射、非电离辐射及热污染等。

（二）环境污染物的来源

环境污染物的主要来源有：

1. 生产性污染　工农业生产过程中可向环境中排出大量污染物，主要是化学性污染物。例如，工业“三废”、农业生产中农药残留，都可污染空气、水、食物和土壤，危害人体健康。主要工业“三废”来源见表 1－1。

表 1－1　工业“三废”中主要有害物质及其来源

	有害物质	污染来源
废气	烟尘及粉尘	火力发电厂、工业锅炉、交通工具、水泥厂、粮食加工厂等
	有毒粉尘：铅、砷、锰、氟、镉、磷及其化合物等	金属冶炼及加工工业、磷肥制造等
	有害气体：二氧化硫、氮氧化物、二氧化碳、硫化氢等	煤燃烧、化工、印染、合成纤维工业等
废水	化学毒物：酚、氰、铅、汞、铬、砷及其化合物，有机磷、苯及其硝基化合物、酸、碱等	化工、机械、冶金、印染、采矿、造纸工业等
	有机物质：油脂、有机悬浮物、细菌及其他病原体	造纸、皮革、屠宰、生物制品、食品加工、制糖、石油化工及医院污水等
废渣	无机废渣：矿石、炉渣、灰烬，含无机毒物的金属矿渣、化学工业生产废渣等	采矿、冶炼、化工、锅炉等
	有机废渣：食品加工厂废渣，动植物尸体、动物内脏及皮毛等	生物制品、屠宰、食品加工、皮革工业等

2. 生活性污染　日常生活垃圾、粪便、污水，以及医院污水、医院废弃物，如果未经处理或处理不当都可污染空气、水、土壤和食物，并可滋生蚊、蝇，传播疾病。生活炉灶燃煤可造成二氧化硫、烟尘及其他污染物对室内空气的污染，刺激眼睛、鼻、口腔、咽喉，对人体产生危害。另外，吸烟也会使室内与公共场所空气污染，并使同室人被动吸入烟雾，危害健康。

3. 其他污染　交通运输工具可产生尾气、噪声和振动，广播、电视和微波通信等设备可产生电磁辐射，核能的开发和利用可排放放射物质等，均可造成环境污染。

三、污染物在环境中的变迁

污染物进入环境后，可通过各种方式在环境中进行分布、迁移及自净，其归宿受许多因素的影响，其中污染物本身的理化性质及环境的条件是影响环境污染分布、迁移与自净的主要因素。污染物在环境中的变迁包括迁移作用、自净作用、转化作用、生物富集作用等。

（一）环境迁移作用

环境迁移作用是指污染物在环境中所发生的空间位移及其所引起的富集、分散或消失的过程。例如，空气中的污染物可经降水而进入土壤或河流，土壤中的污染物可以通过水冲刷进入河流和渗入地下，也可被植物根系吸收并通过食物链进入人体内等。

（二）环境自净作用

少量的污染物一时性进入环境，通过物理、化学、生物学因素作用达到自然净化，使生态系统保持平衡，环境的这种功能称自净作用。其中物理作用是通过扩散、稀释、蒸发、沉降、吸附等作用使污染物浓度下降；化学作用是指通过氧化、中和、还原、分解和其他化学反应使有机物无机化，从而降低污染物的毒性作用；生物学作用是指环境中的细菌、真菌、藻类、水草、原生动物等通过新陈代谢作用分解环境中的污染物，使其数量减少，直至消失的作用。

（三）生物转化作用

污染物进入生物体内后在相应酶系统催化作用下的代谢变化过程称生物转化作用。生物转化作用可使大部分有机物质毒性降低，但也有一些毒性增加，如污染水体的汞可沉积在淤泥中，但被微生物催化后变成甲基汞，则毒性更强。

（四）生物富集作用

污染物进入生物体内，通过食物链逐级转移，浓度也逐级提高的作用称生物富集作用。例如，湖水中滴滴涕（DDT）浓度为 0.000 05 mg/L，通过藻类→鱼类→水鸟这一食物链传递，最终水鸟体内的 DDT 浓度可达 77.5 mg/L，为水体浓度的 155 万倍；如果人捕食该鱼或水鸟就可摄入大量的 DDT，从而对机体产生危害。

污染物在环境中发生富集作用必须具备下述四个条件：①环境化学物质易为各种生物体吸收。②进入生物体内的环境化学物质较难分解和排泄。③在生物富集过程中，多通过食物链进行。④污染物在生物体内富集和逐渐积累时，尚不会对该生物体造成致命性伤害。

四、环境污染对健康的影响

环境污染对人体的健康效应称健康损害。它可分特异性损害和非特异性损害。

(一)特异性损害

1. 急性危害 是由于环境污染物在短期内一次大量进入人体所造成的急性损害。发生急性损害的程度与环境化学物的毒性和剂量有关，有的在瞬间即产生甚至死亡，有的可在接触后几日才出现明显的损害或死亡。为估计环境化学物对人类潜在危险的程度、毒性大小，多以动物实验为基础。急性毒性的参数多以半数致死剂量（LD_{50}，单位为 mg/kg）表示；还有用半数致死浓度（LC_{50}，单位为 mg/m^3 或 mg/L）表示的；也有用 ppm（parts permillion，百万分之一）表示的（表 1-2）。

表 1-2 急性毒性分级（世界卫生组织）

分级	大鼠一次经口服的 LD_{50} (mg/kg)	6 只大鼠吸入 4 h 死亡 2~4 只的浓度（ppm）	家兔经皮肤的 LD_{50} (mg/kg)	经皮对人可能致死估计量 (g/kg)	经皮对人可能致死的估计量总量（g/60 kg）
剧毒	<1	<10	<5	<0.05	0.1
高毒	1~	10~	5~	0.05~	3
中等毒	50~	100~	44~	0.5~	30
低毒	500~	1 000~	350~	5~	250
微毒	5 000~	10 000~	2 180~	>15	>1 000

发生急性中毒时往往有比较严重的污染源或意外事故的发生。例如，1952 年 12 月上旬英国伦敦发生了烟雾事件，4 d 内竟死亡 4 000 余人。又如，2005 年 11 月 17 日，中国石油吉林石化公司双苯厂发生连环爆炸，苯、硝基苯泄漏，工厂附近的空气和松花江下游水源受到严重污染，哈尔滨市自来水停止供水 4 d，致使自来水厂不得不对水源进行去除苯及硝基苯的特殊处理。

2. 慢性危害 是由于环境污染物低浓度长期反复作用人体所造成的慢性损害。慢性危害是环境污染对人体健康危害的最主要形式。常见的慢性损害有：

（1）慢性职业性损害：如长期吸入生产性粉尘引起的硅沉着病（矽肺），长期接触铅、汞、苯等有害物质引起的职业中毒等（见第四章）。

（2）公害病：绝大多数公害病都属于慢性危害。例如，①水俣病：水俣病是世界上第一个报道的公害病。也叫慢性甲基汞中毒。1953 年首次在日本九州南部熊本县的水俣镇发现了一种以神经系统症状为主的“奇病”，当时病因不明，故名水俣病。通过将近 10 年的环境流行病学调查，1962 年才查明是由于无机汞污染水体后，沉积在水底淤泥中，经微生物转化作用，形成甲基汞，水中甲基汞经生物富集作用，通过食物链使鱼贝类体内甲基汞含量均超过标准。人长期食用这种鱼贝后，甲基汞在体内蓄积，引起慢性中毒。从 1953~1960 年，水俣病造成 111 人严重残疾，其中 43 人死亡，当地实际受害人数有 1 万人。②痛痛病：人们长期食用含镉的食物和饮水引起的，以全身疼痛为

临床特点的一种公害病，称痛痛病（骨痛病），也就是慢性镉中毒。它最早发生在日本富山县神通川两岸地区。是由于神通川上游某铅锌矿的含镉选矿废水和尾矿渣污染了河水，使下游用河水灌溉的稻田土壤受到污染，该地区农民长期食用含镉的米与蔬菜而致病。本病主要症状是腰痛、背痛、股关节疼痛，疼痛程度可逐渐加剧，范围扩大遍及全身。患者开始走路步态蹒跚，以后随疼痛加重而不能步行，长期卧床。严重者由于长期卧床可发生肌萎缩、病理性骨折、消耗衰竭或合并其他疾病而死亡。

3. 远期危害　环境污染除能引起急、慢性危害外，还能对人体产生致癌、致畸和致突变作用，统称“三致”作用。

（1）致癌作用：一般认为，人类癌症 80% ~90% 与环境因素有关，其中 90% 由化学因素引起，生物因素和物理因素各占 5%。确认致癌物主要有砷、铬和铬酸盐、镍、石棉、苯并芘、联苯胺、氯乙烯；可疑致癌物有铍、镉、亚硝胺类化合物、黄曲霉毒素、一些芳香胺类染料等；潜在致癌物有滴滴涕、六六六、四氯化碳、氯仿等。

（2）致畸作用：随着工业的发展，环境污染日益严重，各种化学物质进入人类环境，人类出现畸胎的问题开始引起人们注意。目前已证实对人类有致畸作用的化学物质有甲基汞、反应停、滴滴涕；物理因素有电离辐射、超声波；生物因素有风疹病毒、梅毒、弓形体原虫等。

（3）致突变作用：突变是生物遗传物质在一定条件下发生的突然变异。环境因素可以影响生物体的遗传性质，使遗传性状产生突变。突变可分为基因突变和染色体畸变两种。突变作用发生在体细胞，使细胞发生不正常的分裂和增生，并发生癌变，但不具有传递性质。突变作用发生在生殖细胞，则可引起畸胎及遗传性疾病等。目前认为环境中的化学性（如某些化学物质、农药、食品添加剂等）、物理性（如 X 线、电离辐射等）、生物性（如病毒感染）等因素有致突变作用，其中化学致突变物占重要地位。

（二）非特异性损害

环境污染物除了引起特异性损害外，还可造成一系列非特异性损害。表现为不同程度、不同类型的免疫抑制剂作用，使人体免疫功能下降，一些多发病、常见病的发病率增加。空气污染物长期反复刺激呼吸道黏膜，血液中吞噬细胞的吞噬能力下降，抗体滴度降低及溶菌酶水平下降，使支气管炎、肺气肿、支气管哮喘等疾病发病率和死亡率增高，心血管疾病的发病也受到一定影响。此外，环境污染还可影响微小气候和太阳辐射，影响人们的居住环境条件，从而降低人们对疾病的抵抗力。大气污染严重的地方，儿童佝偻病的发病率较高，呼吸道传染病也容易流行。但是环境有害因素只是此类疾病的诱因和加重因素，而非直接的致病因素。

五、环境污染防治措施

防止环境污染有赖于对环境的保护。只有全社会动员起来，合理利用和改造环境、保护环境，才能有效地防治环境污染，人类才能更好地生存和发展。

（一）加强环境立法与管理

要有效地遏制环境污染，必须健全法制。法制管理立法干预，是对环境保护的行为规范做出规定，通过国家监督来强制实施。环境保护已成为我国一项基本国策。我国环

境保护工作的方针为全面规划、合理布局、综合利用、化害为利、依靠群众、大家动手、保护环境、造福人民。目前我国已初步形成比较完整的环境保护法律框架，已批准了13个有关环境的国际公约，制定了20多部有关环境与资源保护的法律（表1-3）。依法保护环境和防治环境污染，规范执法行为和程序，严格执法，依法行政，并建立健全执法监督机制尤为重要。

表1-3　我国历年颁布的主要环境保护法

名称	颁布或最后修订时间（年）
中华人民共和国环境保护法	1989
中华人民共和国水土保持法	1989
中华人民共和国环境噪声污染防治法	1996
中华人民共和国矿产资源法	1996
中华人民共和国森林法	1998
中华人民共和国土地管理法	1998
中华人民共和国海洋环境保护法	1999
中华人民共和国大气污染防治法	2000
中华人民共和国渔业法	2000
中华人民共和国防沙治沙法	2001
中华人民共和国海域使用管理法	2001
中华人民共和国草原法	2002
中华人民共和国环境影响评价法	2002
中华人民共和国清洁生产促进法	2002
中华人民共和国水法	2002
中华人民共和国放射性污染防治法	2003
中华人民共和国固体废物污染环境防治法	2004
中华人民共和国可再生能源法	2005
中华人民共和国城乡规划法	2007
中华人民共和国节约能源法	2007
中华人民共和国水污染防治法	2008
中华人民共和国循环经济促进法	2008

（二）治理工业“三废”

工业“三废”是指废气、废水和废渣，是环境污染的主要来源，因此治理工业“三废”是防止环境污染的主要措施。其基本措施主要有：

1. 工业企业合理布局　对可能产生“三废”的企业，应设在生活区主导风向的下风

侧和水源的下游，并与居民区保持一定的距离。一切新建、扩建、改建的工矿企业要将防治"三废"污染的工程项目和主体工程同时设计、同时施工、同时投产（"三同时"）。

2. 改革工艺，综合利用　这是治理工业"三废"的根本性措施。引进、应用和推广新工艺、新技术，科学治理工业"三废"，搞好综合利用，使"三废"得到有效治理和最大限度地利用。对无利用价值的工业"三废"应采取经济、有效的方法加以净化，达到国家排放标准后才可排放，以免污染环境。

（三）预防生活性污染

生活性污染主要是指生活中产生的垃圾、粪便、污水对环境的污染。垃圾是生活中经常性排放的固体废弃物，其中往往含有许多有用的物质，是农业生产中的重要肥源；但垃圾、污水和粪便也含有多种寄生虫卵和病原微生物，尤其是医院的污水及垃圾，若处理不当直接排放，可造成环境污染，因此必须经过无害化处理才能使用。

目前，随着人们生活方式的改变，生活性污染物的成分已发生了很大变化。垃圾中难以降解的塑料等高分子聚合物所占的比重增加，使垃圾的无害化处理难度加大，因此提高对生活垃圾的处理能力也是预防生活性污染的重要措施。例如，城市在总体规划和环境保护规划指导下，制订与垃圾处理相关的专业规划，合理确定垃圾处理设施布局和规模；有条件的地区，可进行区划性设施规划和垃圾集中处理，以防治环境污染。

（四）控制农药污染，发展生态农业

发展生态农业，推广综合防治技术，合理使用农药，减少农药残留，避免农副产品和环境受到污染。加强农药管理，做到安全使用农药，推广高效低毒低残留的农药；提倡综合防治，推广生物治虫；将化学防治、生物防治和物理防治方法配合起来使用，既能减少农药用量，又能提高杀虫效果。

此外，加强农药生产、流通和使用等环节的管理和监测，制定农药在农副产品中的最高残留限量国家标准，大力鼓励开发绿色食品，都可有效预防农药污染，保护环境。

（五）防止噪声污染

凡是干扰人们正常休息、学习和工作的声音，即不需要的、使人厌烦的声音，都称噪声。噪声主要有工业噪声、交通噪声、社会生活噪声等，一般噪声级为 30 ~ 40 dB 是比较安静的正常环境，超过 40 ~ 50 dB 的噪声就会影响休息和睡眠，长期工作或生活在 85 ~ 90 dB 以上的噪声环境中，会造成听力损伤，严重时可引起噪声性耳聋。噪声还能导致其他疾病，如神经衰弱、高血压、消化性溃疡等。防止噪声污染的主要措施有贯彻执行环境噪声标准，控制噪声声源和防止噪声传播。

（六）加强环境保护教育，增强保护环境意识

充分利用各种宣传媒介和教育方式，开展环境保护教育，是防治环境污染、保护环境的一项基本措施。通过设立专门的环境教育管理机构，合理设计环境教育策略，使公民学习环境知识，了解人与环境统一关系及环境与发展的统一关系，维持生态平衡，它们对于促进循环经济和社会进步有着重要意义。提高全民族的环境保护意识和参与环境保护活动的自觉性，使人们的行为与环境相和谐，使环境保护成为一种社会公德，才能真正有效地保护环境，促进健康。

练习题

1. 什么是环境？说出环境的分类。
2. 说出生态平衡和生态系统的定义。
3. 人类与环境之间有什么关系？
4. 说出环境污染物的种类和来源。
5. 说出环境污染的特点。
6. 环境污染对机体健康有何损害？
7. 你认为环境污染应如何防制？
8. 说出生物地球化学性疾病的定义。
9. 地方性氟中毒的病因、临床表现有哪些？
10. 说出碘缺乏病的流行病学特征、病因、临床表现及防治措施。

（王庆生）

第二章　生活环境与健康

★学习要求

掌握：大气污染的主要来源及其对机体健康的影响，饮用水的基本卫生要求，住宅的基本卫生要求。

熟悉：大气和水的卫生防护措施，水源选择原则、饮用水的净化与消毒，室内小气候对健康的影响。

了解：大气的理化性状及其对健康的影响，水源的种类及其卫生学特征，生活饮用水的水质标准，住宅的卫生学意义。

生活环境包括自然环境和人工环境。自然环境是指存在于人类周围的客观物质世界，如空气、水、食物、土壤、动植物、太阳辐射等。人工环境是指经过人工创造的用于人类生活的各种客观条件，如住宅、绿地、服务设施和公园等。生活环境中各种因素的变化与人体健康有着密切联系，保护生活环境与人类的生活质量息息相关。

第一节　大气与健康

人体与外环境不断进行着气体交换和能量交换，以保证其正常的生命活动。因此，大气的物理、化学和生物学的特性与人类的健康有着极为密切的关系。

一、大气的理化性状与健康

地球表面包围着很厚的并随着地球旋转的空气层，称大气圈。其自地表向上垂直分为对流层、平流层、中间层、热层和逸散层；其中对流层是靠近地面空气密度最大的一层，与人类生命活动的关系最为密切，空气总量的95%都集中在这里，大气污染也主要发生在这里。平流层与人类的关系也很密切。首先，臭氧吸收大量太阳紫外线，成为人类生存的天然屏障；其次，该层水汽、固体杂质极少，能见度高，大气平稳，有利于高空飞行。

（一）大气的化学组成及其卫生学意义

自然状态的大气是无色、无味、无臭的混合性气体。在一般情况下，大气的组成几乎是恒定的，主要的化学成分为氮、氧、氩和二氧化碳，四者约占空气总量的99.9%。其次还有其他气体及杂质，如水蒸气、冰晶、尘埃、花粉和孢子等。一般情况下，正常

成人每日吸入空气量为 10 ~ 15 m^3。

1. 大气中的氧含量　大气中氧含量的波动范围很小，一般在 0.5% 左右。当大气中氧的含量降至 14% ~ 15% 时，对正常人群并无明显影响；降至 12% 时，可发生代偿性呼吸困难；若降至 10% 时，可使人恶心、呕吐、智力减退等；当降至 7% ~ 8% 时，即可引起死亡。但氧含量过高时，也可以对人体造成损害。

2. 大气中的二氧化碳含量　大气中二氧化碳浓度一般相对恒定，约为 0.03%，但在一些公共场所，由于人员密集，通风不良等，可导致二氧化碳浓度升高。人体对二氧化碳较动物敏感，如二氧化碳含量升至 2% ~ 3% 时，可刺激呼吸中枢引起呼吸运动增强和心脑血管扩张；升至 8% 时，呼吸受到抑制；若超过 8%，可致呼吸麻痹而死亡。因此，二氧化碳浓度可作为评价大气卫生清洁程度的重要指标之一。

3. 大气中的自由基　在清洁大气中含有的自由基主要为 OH^-，它天然来源是臭氧的光化学作用。当臭氧受到波长小于 320 nm 的太阳辐射作用时，生成激发态的原子氧和氧气，前者再与大气中的水分子作用生成 2 个 OH^-。此外还有 HO^{2-}、RO^{2-} 等自由基，它们有很强的氧化作用，可使大气中的硫化氢、氨、甲烷等还原性气体被氧化成硫酸和硝酸及其盐、二氧化碳等氧化态物质。

（二）大气的物理性状及其卫生学意义

与人类健康关系密切的大气的物理性状包括太阳辐射、气象因素和空气离子化等。

1. 太阳辐射　太阳以电磁波形式向宇宙空间放射的辐射能流称太阳辐射，它是地球上光和热的源泉，也是产生各种天气气象的根本原因。太阳光谱由紫外线（波长 200 ~ 400 nm）、可视线（波长 400 ~ 760 nm）和红外线（波长 760 nm ~ 1 mm）组成。

（1）紫外线：第二届哥本哈根光学会议将紫外线辐射分为三段。①A 段（UV - A）：波长 320 ~ 400 nm，有色素沉着作用，又称晒黑作用，这是人体对光线刺激的一种防御反应。UV - A 可以使人皮肤细胞中的黑色素原通过氧化酶的作用，转变成黑色素，并且沉着于皮肤，从而保护皮肤使其不致过热。被色素吸收的光能变成热能后，可使汗液分泌增加，增强局部散热作用，同时防止短波光线深入穿透组织，避免深部组织的过热和受害。②B 段（UV - B）：波长 275 ~ 320 nm，有红斑作用和抗佝偻病作用。皮肤受紫外线照射后局部出现皮肤潮红现象叫红斑。这是人体对 UV - B 段产生的特异反应。原发性红斑可在紫外线照射后立即发生；继发性红斑是在紫外线照射后 6 ~ 8 h 后发生。紫外线的照射可破坏表皮细胞，放出的组胺和类组胺刺激神经末梢，通过反射作用引起皮肤表面毛细血管扩张、血管壁通透性增加，结果皮肤发红、水肿。抗佝偻病作用：因皮肤和皮下组织的麦角固醇和 7 - 脱氢胆固醇在 UV - B 段紫外线作用下可形成维生素 D_2 和维生素 D_3，以维持正常的钙磷代谢和骨骼的正常生长发育，故这段紫外线具有抗佝偻病作用，对预防婴幼儿及儿童佝偻病尤为重要。佝偻病患病率的季节性变化与太阳紫外线辐射的季节变化是一致的，春季最高，秋季最低。③C 段（UV - C）：波长 200 ~ 275 nm，有杀菌作用，UV - C 段紫外线能使蛋白质分子产生光化学分解，还能穿透细胞核，使 DNA 分子单核苷酸之间的磷脂键和嘌呤、嘧啶间的氢键破坏，从而引起蛋白的变性、凝固，导致细菌的死亡。紫外线波长越短，杀菌效果越好。所以一日之中，中午 12 时到下午 2 时紫外线强度最大，波长最短，空气中的细菌数量也最少。冬

季和多云天气，紫外线对空气的杀菌作用被大大减弱。该段紫外线对人体有利也有弊，长波紫外线可刺激体液及细胞免疫活性，增加血红蛋白，使血液中红细胞及白细胞数目增多，从而增强机体的免疫反应，增强人体对感染的抵抗力。紫外线还可促进生物氧化过程，加速创伤愈合。过强的短波紫外线直接照射眼睛，可导致雪盲和电光性眼炎。雪盲是光损伤的一种。高原紫外线强，加上雪地的强反射，人在雪地里游玩、行走、角膜大量吸收紫外线后 6 h 左右，就会发生异物感、刺痛、畏光、流泪，检查可见两眼睑痉挛，角膜有白色细点状的浅混浊。适量的紫外线照射对机体是有益的。

（2）可视线：波长为 400 ~ 760 nm，为七色光谱。不同波长决定了可视线具有不同的颜色。400 ~ 430 nm 呈紫色，430 ~ 490 nm 呈蓝色，490 ~ 570 nm 呈绿色，570 ~ 600 nm呈黄色，600 ~ 630 nm 呈橙色，630 ~ 760 nm 呈红色。视觉对波长为 555 nm 的黄绿色最敏感。该段光谱综合作用于机体的高级神经系统，能提高视觉功能和代谢功能，通过视觉器官改变人体的紧张及觉醒状态，平衡兴奋与镇静作用。使机体的代谢、脉搏、体温、睡眠和觉醒等生理现象发生节律性变化，提高情绪与工作效率，是生物生存必不可少的条件之一。红光起兴奋作用，蓝、绿光起镇静作用，黄和黄绿光有柔和舒适感。适宜的照度可预防眼睛疲劳和近视，提高情绪和劳动效率，光线微弱可造成视觉器官的过度疲劳。高强度的人工光源可引起眼损伤。高层建筑使用大面积反光玻璃作为幕墙，可以反射太阳光，使人出现晃眼、眩晕等不良感觉，成为光污染源。

（3）红外线（热射线）：波长范围在 760 nm ~ 1 mm 的电磁波。其主要的生物学作用是热效应。红外线经皮肤吸收后，可使局部组织温度升高，血管扩张充血，血流速度加快，促进新陈代谢和细胞增生，并具有消炎、镇痛作用。临床可用于治疗慢性皮肤病、神经痛、冻伤。但过量、过强的红外线可致皮肤烧伤、热射病、日射病、视网膜灼伤和红外线性白内障等疾病。人体晶状体对红外线较为敏感，由于晶状体无神经末梢，对红外线热效应不易察觉，以致损伤可在没有任何察觉中发生，严重时可引起红外线性白内障。

2. 气象因素　包括气温、气湿、气压、气流等，对机体的冷热感觉、体温、心脑血管功能、神经系统功能、免疫功能等多种生理活动，起着综合调节作用。

（1）气温：是最重要的物理特性之一。人体对气温变化的适应有一定的范围，昼夜温差过大，人体的体温调节中枢就可发生障碍，甚至影响健康。例如，高温可致中暑，低温可致冻伤，低温伴高湿可引发关节炎、陈旧性软组织损伤的复发和腰背疼痛等。

（2）气湿：是由地面水和植物表面水分的不断蒸发而形成的水蒸气。在任何气温条件下，潮湿的空气对人体的健康都是不利的。潮湿适于细菌、霉菌的繁殖，低温潮湿易使机体着凉，发生支气管炎和风湿性疾病。高温潮湿影响机体蒸发散热，更容易引起中暑。但过分干燥的空气往往使口腔、皮肤、黏膜干燥，甚至发生皲裂。干燥还会使空气中尘埃增多，促使上呼吸道疾病传播。

（3）气流：又称风。气流的状态，通常以风速和风向来表示。气流作用于人体，可以加速体表的散热和加强机体内物质代谢过程。一般认为室内气流不宜大于 0.5 m/s，超过将会影响人体的体温调节中枢和主观感觉。

（4）气压：是空气以其本身的重量对地球表面产生的压力。气压的微小变化对健康人无不良影响，但对某些患神经痛、关节炎、风湿性疾病的人或具有旧伤口、手术瘢痕者，可能有局部症状加剧或旧伤口疼痛现象。

此外，气象因素对大气污染物的扩散，也具有极为重要的作用。

3. 空气离子化　空气中气体分子在一般状态下呈中性。当受到外界某些理化因子的作用，如在宇宙线、紫外线的作用下，或在雷电、瀑布、海浪的冲击作用下，使气体分子失去外层电子而变为正离子（阳离子）；游离的电子附在另一个中性原子上成为负离子（阴离子）。这个使空气正、负离子的过程称空气离子化或空气电离。这些阳离子和阴离子均称轻离子。空气中离子含量一般比较恒定。轻离子在运动过程中遇到空气中的灰尘、烟雾，变成重离子。重、轻离子的比例，可以反映空气清洁的程度。一般情况下，大气中轻离子总数为每立方厘米 1 000 个，重、轻离子的比值不能过高，当比值大于 50 时，说明空气比较混浊；反之，说明空气比较清洁。即清洁的空气中轻离子多、重离子少；污染的空气中轻离子少而重离子多。阴离子有调节中枢神经的兴奋和抑制功能、缩短感觉与运动时值；刺激骨髓造血功能，使异常血液成分趋于正常。降低血压，改善肺的换气功能，促进气管纤毛颤动，以及促进组织细胞生物氧化、还原过程。改善睡眠、振奋精神、提高工作效率等，同时还有一定的镇静、镇痛作用。对于生活环境，空气负离子还具有清洁空气、改善微小环境中空气状况的作用。正离子可抑制气管纤毛运动、抑制单胺氧化酶活动，使血液和组织中 5 - 羟色胺升高。通常在海滨、森林、瀑布、喷泉等地区或附近，大气中阴离子含量多，有利于促进机体健康。另外，空气污浊的地区，重离子含量增多，不利于健康。

以上这些物理因素对机体的影响，往往是综合性的，因此在评价过程中不能以单因素进行评价，必须从整体出发进行综合评价。

二、大气污染对健康的危害及其防治措施

（一）大气污染对健康的危害

1. 直接危害

（1）急性中毒：当大气污染物的浓度在短期内急剧增高，使周围人群吸入大量污染物可造成急性中毒。按其生成原因可分为以下两类。

1）烟雾事件：是大气污染造成急性中毒的主要类型，是由于燃料燃烧产生的烟雾以及生产过程中排出的污染物而引起的。根据烟雾形成的原因，又可分为两类。①煤烟型烟雾事件：主要是由于煤炭的燃烧产物和工业生产过程中大量废气的排放，加上特殊的地形及气象条件变化而造成。受害者可出现呼吸道刺激症状，死亡原因多为气管炎、支气管炎、心脏病等。②光化学烟雾事件：由于汽车尾气在紫外线的光化学作用下，经过转化，生成具有剧烈刺激作用的光化学烟雾。受害者症状主要以呼吸道及眼刺激症状为主，并可出现心脏功能障碍和肺功能衰竭。例如，20 世纪 40 年代美国洛杉矶光化学烟雾事件，造成许多人眼睛红肿、咽炎、呼吸道疾病恶化乃至思维紊乱、肺水肿。

知识链接…

光化学烟雾是由汽车、工厂等污染源排入大气的碳氢化合物和氮氧化物，（氮氧化物主要是指 NO 和 NO_2。NO 和 NO_2 都是对人体有害的气体）等一次污染物，在阳光的作用下发生化学反应，生成臭氧（O_3）、醛、酮、酸、过氧乙酰硝酸酯（PAN）等二次污染物，参与光化学反应过程的一次污染物和二次污染物的混合物所形成的烟雾污染现象叫做光化学烟雾。光化学烟雾的成分非常复杂，但是对动物、植物和材料有害的是臭氧、过氧乙酰硝酸酯和丙烯醛、甲醛等二次污染物。人和动物受到的主要伤害是眼睛和黏膜受刺激、头痛、呼吸障碍、慢性呼吸道疾病恶化、儿童肺功能异常等。臭氧影响植物的生长，降低植物对病虫害的抵抗力。臭氧、过氧乙酰硝酸酯等还能造成橡胶制品的老化、脆裂，使染料退色，并损害油漆涂料、纺织纤维和塑料制品等。

光化学烟雾主要发生在阳光强烈的夏、秋季节。随着光化学反应的不断进行，反应生成物不断蓄积，光化学烟雾的浓度不断升高，在 3～4 h 后达到最大值。这种光化学烟雾可随气流飘移数百千米，使远离城市的农村庄稼也受到损害。

2）生产事故：生产事故造成急性中毒的事件虽并不经常发生，但一旦发生，其危害极为严重。

知识链接…

1984 年 12 月 2 日深夜和 3 日凌晨，印度中央邦的首府博帕尔市联合农药厂的一个储料罐进水，罐中的化学原料发生剧烈的化学反应，储料罐爆炸，使 40 t 异氰酸甲酯泄漏，并随每小时 5 km 的风速扩散到 11 个居民区，52 万余人出现不同程度的中毒，2 500 人死亡，酿成迄今为止世界最大的化学污染事件。

1986 年 4 月 26 日，苏联切尔诺贝利核电站四号反应堆爆炸起火，大量放射性物质外泄，主要是 ^{131}I、^{103}Ru、^{137}Cs 和少量 ^{60}Co，周围环境中的放射剂量达 200 R/h，为人体允许剂量的 2 万倍。此次核事故造成 13 万居民急性暴露，31 人死亡，233 人受伤，经济损失达 35 亿美元。3 年后，距核电站 80 km 的地区，居民中的皮肤癌、舌癌、口腔癌及其他癌症患者增多，儿童甲状腺患病人数剧增，畸形家畜也增多。尤其在事故发生的下风向，受害人群更多、更严重。

（2）慢性危害及远期影响：

1）慢性中毒：长期吸入污染物导致呼吸系统慢性炎症，如鼻炎、咽喉炎、气管炎等，严重者可引起慢性阻塞性肺部疾病。

2）致癌作用：空气污染是肺癌发生的重要原因之一。

3）变态反应：空气中某些污染物如甲醛等，可以使机体发生变态反应。

4）其他：慢性阻塞性肺部疾病（COPD），慢性支气管炎、支气管哮喘、肺气肿。心血管疾病如肺心病；机体免疫功能下降如分泌型免疫球蛋白 A 含量降低。

2. 间接危害　温室效应、酸雨、臭氧层破坏是全球性环境污染最突出的三个热点问题，其影响广泛，后果严重。

（1）温室效应：大气中 CO_2 等气体能吸收红外线等长波辐射，阻止地面热量向大气中逸散，致使地球表面气温上升的现象称温室效应。温室气体有 CO_2、CO、甲烷、氧化二氮、臭氧、氯氟烃等。气候变暖会使地球上的病虫害增加，土地干旱，沙漠化面积增大，海平面上升，气候异常，海洋风暴增多，最终必然影响到人类的生存环境和生活条件，对人类健康发生广泛的影响。

（2）酸雨：通常是指 pH 值小于 5.65 的降水，包括雨、雪、雹和雾。酸雨可破坏植被，腐蚀建筑物，促进土壤中重金属溶解性增加，向农作物中迁移增多而最终使人体摄入增加；水体酸化影响水中动植物生长，鱼类减少甚至灭绝；同时酸雨形成的酸雾通过呼吸道侵入肺部可引起肺损伤。

（3）影响小气候和太阳辐射：大气污染物中的烟、尘、雾可吸收太阳光，从而影响紫外线的强度和生物学作用。在大气污染严重地区，儿童佝偻病发病率增加；同时，也有利于病原体的生存造成以空气为媒介传染的疾病易流行，如病毒性感冒。大量的颗粒物还能吸收太阳能而使气温明显降低，造成“冷化效应”。

（4）臭氧层破坏：臭氧层位于大气层的平流层中。臭氧几乎可全部吸收来自太阳的短波紫外线，使人类免遭紫外线辐射带来的伤害。但当大气中排放过多的氯氟烃如制冷剂氟利昂、氮氧化物时，可破坏臭氧层，使之变薄甚至形成空洞，从而减弱其对短波紫外线和其他宇宙射线的吸收和阻挡作用，使人群皮肤癌、白内障等疾病发病率增高。

（5）影响居民生活卫生条件：空气中的灰尘和煤烟降低了空气的能见度，使环境阴暗，影响室内自然采光，居室不易保洁，甚至影响居民开窗换气，造成室内卫生条件恶化。

（二）大气污染的防治措施

1. 环境规划措施　全面规划，合理布局。应按照城镇功能分区，将工业、企业安排在生活区主导风向的下风侧，并与居民区保持一定的距离。一切新建、扩建、改建的工矿企业要将防治“三废”污染的工程项目和主体工程同时设计、同时施工、同时投产。同时加强绿化，净化空气。

2. 环境立法与管理　加强环境立法，并制定相应的政策与制度以便更好贯彻执行环境法规；加强居住区局部污染的管理，执行大气卫生标准，加强大气卫生监测。

3. 技术措施　采用工程技术措施来消除和减少污染物排出，净化、利用和治理污染物是环境保护的一项基本建设，也是落实可持续发展战略的根本性措施。合理利用能源与资源，清洁生产，加强废弃物处理，发展生态农业。

第二节　生活饮用水与健康

水在地球上分布很广泛，约占地球总面积的70%。总储水量约为17 亿 m^3，但可利用的淡水，即河流、湖泊和浅层地下水，仅占总储水量的0.2%。据世界卫生组织的统

计资料，在发展中国家大约有15亿人不能得到适宜的安全供水。在非洲、亚洲和拉丁美洲，情况更为严重，只有1/5的居民可得到安全供水。我国的淡水资源缺乏，人均水量只有世界人均水量的1/4。由于地球表面受太阳辐射的强度不同，降水量的时空分布有很大差异。我国降水量的70%集中在6～10月。82%的地面水和70%的地下水集中在长江流域以南地区，北方广大地区水源尤为不足。为改善我国居民用水卫生情况，我国改水的目标是以发展自来水设施为主，其他改水设施为辅，加强消毒措施。

一、生活饮用水的卫生学意义

水是自然界一切生命的物质基础之一。成人体内水分含量占体重的65%左右，儿童则可达80%左右。成人平均一日需水量为2～3 L。水中常含有多种无机盐，是供给机体所需盐类的重要来源之一。水的比热和蒸发潜热很高，能储存和吸收多量的热，故有调节体温的作用。人体的一切生理活动都离不开水。水质不良或水体受到各种有毒物质污染时，可引起人类肠道传染病和寄生虫病的发生和传播，还可引起人体的急、慢性损害，甚至是远期危害。因此，加强水资源的合理利用和保护，供给质优量足、使用方便的饮用水，对于提高人们的健康水平，防治疾病都具有十分重要的意义。

二、生活饮用水的基本卫生要求

安全卫生的生活饮用水应满足基本的卫生要求才能供人饮用。生活饮用水应符合以下四项基本卫生要求。

1. 流行病学上安全　饮用水不得含有病原微生物和寄生虫卵，以防止介水传染病的发生和传播。

2. 化学组成对人体无害　饮水中应含有对人体有益的物质，有毒、有害化学物质及放射性物质的含量应控制在安全限值以内，以防止对人体造成急、慢性中毒和任何潜在的远期危害。

3. 感官性状良好　饮水应无色透明、无臭无异味，无任何肉眼可见物，为人们乐于饮用。

4. 水量充足，取用方便　能满足居民饮用、食物加工、个人卫生、洗涤清扫等各方面需要。实际给水量，一般按一年内用水量最多的一日来计算，我国居民最高日用水量为每人40～80 L。

三、生活饮用水的水质卫生标准

生活饮用水水质标准是根据其基本卫生要求为原则规定的水质检验与评价的具体指标。它是给水卫生工作的准绳，也是评价饮用水是否可以安全饮用的主要依据。我国卫生部于2001年制定了我国《生活饮用水水质卫生规范》，规定了四大类共34项常规检验项目（表2-1）和62项非常规检验项目。四大类指感官性状和一般化学指标、毒理学指标、细菌学指标和放射性指标。

表2－1 生活饮用水水质常规检验项目及限值

类别	编号	项目	限度
感官性状和一般化学指标	1	色	色度不超过15度，并不得呈现其他异色
	2	混浊度	不超过1度（NTU）[①]，特殊情况下不超过5度
	3	臭和味	不得有异臭和异味
	4	肉眼可见物	不得含有
	5	pH值	6.5～8.5
	6	总硬度	小于450 mg/L
	7	铝	0.2 mg/L
	8	铁	0.3 mg/L
	9	锰	0.2 mg/L
	10	铜	1.0 mg/L
	11	锌	1.0 mg/L
	12	挥发性酚类（以苯酚计）	0.002 mg/L
	13	阴离子洗涤剂	0.3 mg/L
	14	硫酸盐	250 mg/L
	15	氯化物	250 mg/L
	16	溶解性总固体	1 000 mg/L
	17	耗氧量（以 O_2 计）	3 mg/L，特殊情况下[②]不超过5 mg/L
毒理学指标	18	氟化物	1.0 mg/L
	19	氰化物	0.05 mg/L
	20	砷	0.05 mg/L
	21	硒	0.01 mg/L
	22	汞	0.001 mg/L
	23	镉	0.005 mg/L
	24	铬（六价）	0.05 mg/L
	25	铅	0.01 mg/L
	26	硝酸盐（以氮计）	20 mg/L
	27	氯仿	0.06 mg/L
	28	四氯化碳	0.002 mg/L
细菌学指标	29	细菌总数	100 CFU[③]/mL
	30	总大肠菌群	每100 mL水样中不得检出

续表

类别	编号	项目	限度
	31	粪大肠菌群	每 100 mL 水样中不得检出
	32	游离性余氯	在与水接触 30 min 后应不低于 0.3 mg/L，管网末梢水中不低于 0.05 mg/L（适用于加氯消毒）
放射性	33	总 α 放射性	0.5Bq/L
指标④	34	总 β 放射性	1 Bq/L

注：①NTU 为散射浊度单位。

②特殊情况包括水源限制等情况。

③CFU 为菌落形成单位。

④放射性指标规定数量不是限值，而是参考水平。放射性指标超过表中所规定的数值时，必须进行放射性核素分析和评价，以决定能否饮用。

（一）感官性状和一般化学指标

1. 色　清洁水浅时无色，深时为蓝色。沼泽地带的地面水因含腐殖质呈棕色，池塘水有藻类繁殖时呈绿色，含铁盐的地下水汲出地面后因低铁氧化成高铁呈黄褐色。水受到工业废水污染时，可呈现该废水特有的颜色。标准规定饮用水色度不超过 15 度，并不得呈现其他异色。

2. 混浊度　水的混浊是因水中含有悬浮物所致，如泥沙、黏土、水生生物等。浊度为 10 度时，即可出现肉眼可辨别的混浊，同时可能含有某些有害的污染物质。水的混浊度高，还将影响氯化消毒效果。标准规定混浊度不超过 1 度，特殊情况下不超过 5 度。

3. 臭和味　水若有异臭、异味，会引起人们厌恶而难以接受，同时表明水被有机物污染，标准规定饮用水不得有异臭和异味。

4. 肉眼可见物　经净化处理后的饮用水不应该含有肉眼可见物。

5. pH 值　天然水 pH 值多为 7.2～8.6。工业废水污染可使水 pH 值发生明显变化。酸性水可腐蚀输水管道影响水质，碱性水则会降低氯化消毒的效果。标准规定饮用水的 pH 值为 6.5～8.5。

6. 总硬度　总硬度是指水中钙、镁盐的总量，以 mg/L 表示。标准规定饮用水的总硬度应小于 450 mg/L。水的硬度过高对日常生活影响较大，如促使水垢形成、影响茶味、消耗肥皂等，同时，可引起胃肠道功能紊乱，出现腹胀、腹痛、腹泻等。

7. 铝、铁、锰、铜、锌、挥发性酚类、阴离子洗涤剂、硫酸盐、氯化物及溶解性总固体　当这些物质在水中超过一定量时，可使水呈色，有异味而影响其生活饮用。例如，铁、铜或锰可使洗涤的衣物着色；锌超量使水产生金属涩味或混浊；酚含量过高的水在加氯消毒时，会形成有异臭的氯酚；阴离子洗涤剂含量超标可使水发生泡沫和异味；硫酸盐和氯化物超量则使水有苦味或咸味，并有致腹泻作用。

8. 耗氧量　规定耗氧量限值目的在于限制水中有机物含量，以减少饮水氯化消毒

后产生的副产物。水质标准规定水中耗氧量不得超过 3 mg/L，特殊情况下不超过 5 mg/L。

（二）毒理学指标

1. 氟化物　适量的氟可以预防龋齿发生，而长期饮用高氟水可引起氟中毒。饮水氟标准为不超过 1.0 mg/L。

2. 氰化物、砷、硒、汞、镉、铬、硝酸盐　如长期饮用含这些物质过高的水可对健康造成损害，故水质标准中都规定了最高容许限量值。

3. 氯仿、四氯化碳　氯仿是饮水加氯消毒后形成三卤甲烷类副产物，对人具有潜在的致癌危险性；四氯化碳具有多种毒理效应，包括致癌性。水质标准规定了它们的上限值。

（三）细菌学指标

1. 细菌总数　细菌总数是指 1 mL 水样在普通琼脂培养基上，于 37 ℃培养 24 h 后所生长的细菌菌落总数。它是评价水质清洁度和考核净化效果的指标。水质标准规定不超过 100 CFU。

知识链接···

CFU 是"colony forming units"的英文缩写，是指经培养所得菌落形成单位。菌落形成单位指将稀释后的一定量的菌液通过浇注或涂布的方法，让其内的微生物单细胞一一分散在琼脂平板上，待培养后，每一活细胞就形成一个菌落；传统意思上就叫"个"，但是，我们知道，一个菌落并不一定是一个细菌所生成，也可能是由一簇细菌（一个细菌团）所生成，这时候再叫"个"就不太准确，准确的叫法就是"菌落形成单位"，英文缩写"CFU"。CFU/mL 指的是每毫升样品中含有的细菌群落总数。

2. 总大肠菌群　是指一群在 37 ℃培养 24 ~48 h 后，能发酵乳糖并能产酸产气的革兰阴性无芽孢杆菌。总大肠菌群可来自人和温血动物的粪便及植物与土壤，是评价饮用水水质的重要指标。水质标准规定每 100 mL 水样中不得检出总大肠菌群。

3. 粪大肠菌群　来源于人和温血动物的粪便，检出粪大肠菌群表明水已被粪便污染，是判断水质是否受粪便污染的重要指标。水质标准规定每 100 mL 水样中不得检出粪大肠菌群。

4. 游离性余氯　是指氯化消毒时，加氯接触一定时间后，水中所剩余氯量。水质标准规定，加氯消毒持续接触 30 min 后游离性余氯不小于 0.3 mg/L。管网末梢水不低于 0.05 mg/L。

（四）放射性指标

天然水源中可存在微量的天然本底放射性物质，且放射性核素的开采、应用等可使水源遭受放射性废水、废渣的污染，而存在放射性损伤的危险。故水质标准规定，总 α 放射性不超过 0.5 Bq/L，总 β 放射性不超过 1 Bq/L。

四、生活饮用水的净化与消毒

水源的正确选择与防护为保证量足质优的饮用水提供了有利条件，但天然的水源水往往还达不到饮用水水质标准的要求。因此，必须进行净化和消毒处理，除去悬浮物质，以改善水的感官性状，同时去除或杀灭可能存在的病原体，使之达到生活饮用水的水质标准要求。

（一）饮用水的净化

饮用水的净化包括混凝沉淀和过滤，其目的是除去悬浮物质和胶体物质，降低水中微生物含量，以改善水的感官性状。

1. 混凝沉淀　天然水中含有细小的悬浮颗粒如硅酸、腐殖质等胶体粒子，因表面带负电荷而相互排斥，不易形成自然沉淀。在水中加入化学物质促进细微颗粒凝聚成较大的颗粒而沉降，此过程称混凝沉淀。混凝沉淀一般可以使水的混浊度降低98%，细菌总数和大肠菌群降低80%以上。由于絮状物还能吸附腐败的植物残粒从而使水脱色，色度可降低80%以上。

（1）原理：在水中加入化学混凝剂，使之与水中重碳酸盐生成带正电荷的胶状物，与带负电荷的胶体相互吸附凝集形成絮状物，此絮状物表面积大，吸附能力强，能吸附水中悬浮物质、细菌及其他溶解物，重量增加而加速重力沉降。

（2）常用混凝剂：常用的混凝剂有明矾、硫酸铝、三氯化铁和碱式氯化铝等。碱式氯化铝的优点较多。

（3）影响混凝沉淀的因素：混凝沉淀的效果受水的温度、pH值、混浊度、重碳酸盐含量的影响，还受混凝剂的种类和用量、投加方式、搅拌强度及反应时间等因素的影响。

2. 过滤　过滤是使水通过滤料去除水中悬浮物的净水过程。

（1）原理：过滤作用的机制主要有三个方面。①筛除作用：水通过滤料时，大于滤料间隙的悬浮颗粒不能通过而被机械地阻留在滤料表面。②接触凝聚作用：水中细小的胶体微粒、絮状物因与滤料接触碰撞而被吸附，形成生物膜后吸附能力更强。③沉淀作用：相对密度较大的颗粒随水流移动时，可因惯性作用直接碰撞滤料表面而降落。

（2）常用滤料：常用的滤料有沙子、木炭、棕皮、石子等。

（3）影响因素：过滤的净水效果主要受进水水质、滤层厚度、滤料粒径、滤速和滤池类型等因素影响。进水浊度低、滤料粒径小，过滤的净水效果好，但滤料长时间使用，可发生堵塞，需要经常清洗。

（二）饮用水的消毒

水经净化处理后，虽然感官性状改善，但仍不能保证去除全部病原微生物，为使其符合饮用水水质卫生标准，还必须经过消毒后方可饮用。

消毒的目的在于杀灭水中病原微生物，保证流行病学上安全。饮用水的消毒方法有物理消毒法和化学消毒法两种。前者有煮沸、紫外线、超声波消毒等方法；后者有使用氯、臭氧、二氧化氯、溴、碘等消毒方法。加热煮沸是最简便有效的方法，水温100 ℃持续2～5 min即可杀灭一般肠道致病菌和寄生虫卵。我国最常用的化学消毒法是氯化

消毒法。

1. 氯化消毒的原理 各种含氯消毒剂，在水中均可水解成次氯酸（HClO）。次氯酸分子体积小，是中性电荷，易于穿透细胞膜进入菌体。同时次氯酸是一种强氧化剂，能损害细菌的细胞膜，增加其通透性，使蛋白质、RNA、DNA 等物质漏出，并影响和干扰多种酶系，使糖代谢受阻，从而致细菌死亡。

2. 氯化消毒的方法

（1）常量加氯消毒：加氯量即为加入水中的总氯量。它除了满足需氯量外，尚应有一定的剩余氯量，即加氯量 = 需氯量 + 余氯量。一般污染较轻的水为 1 ~ 2 mg/L，污染较重的水为 3 ~ 5 mg/L。加氯量是否适宜主要以《生活饮用水卫生标准》为依据。

（2）超量氯化消毒：加氯量通常约为常量加氯消毒法的 10 倍，作用时间为10 min，余氯达到 1 ~ 5 mg/L。主要用于新井启用、旧井淘洗或修理、介水传染病流行，以及野外、战时紧急用水等情况。

（3）持续氯化消毒：将装有漂白粉的开孔容器（如竹筒、玻璃瓶等）放在水面，使其随取水时的水波振荡而不断渗出，从而起到氯化消毒作用。常用于井水消毒。

3. 影响氯化消毒效果的因素

（1）加氯量和接触时间：通常加氯量越大，与水接触时间越长，消毒效果就越好。为保证消毒效果，一般要求氯加入水中接触 30 min 后有 0.3 ~ 0.5 mg/L 的游离性余氯。

（2）水的 pH 值：次氯酸是弱电解质，在水中按下式电离：$HClO \rightleftharpoons H^+ + ClO^-$。其离解程度和 pH 值、温度有关。当 pH 值 < 5.0 时，HClO 呈 100% 形式存在于水中；pH 值 = 7.5 时，HClO 和 ClO^- 大致相等；pH 值 > 9 时，ClO^- 接近 100%。由于 HClO 杀菌效率比 ClO^- 高 80 倍左右，因此，消毒时水的 pH 值不宜太高。

（3）水温：水温高、杀菌作用快。在 0 ~ 5 ℃杀灭大肠菌所需时间比 20 ~ 25 ℃多 3 倍。故水温低时适当延长消毒时间，冬天消毒时间要长于夏天。

（4）水的混浊度：用氯消毒时，必须使 HClO 和 ClO^- 直接与水中细菌接触，才能达到杀菌效果。如水的混浊度高细菌可吸附在悬浮颗粒上，则氯的作用达不到细菌本身，会使消毒效果降低，故消毒前应净化处理以降低水的混浊度。

（5）水中微生物的种类和数量：不同微生物对氯的耐受性不同，如大肠杆菌抵抗力最弱，原虫包囊的抵抗力最强；消毒前水中微生物的数量过多，则消毒后水质往往较难达到饮用水卫生标准的要求。

第三节 住宅与健康

住宅是人们重要的生活环境。随着社会的进步，人们对住宅的要求越来越高，住宅的功能、规模和形式都在不断发生变化，其卫生状态的好坏直接影响着居住者的健康，因此，加强对住宅卫生问题的研究尤为重要。

一、住宅的卫生学意义

住宅是人们为了充分利用自然环境和人为环境因素中的有利因素、防止不良影响而

创造的生活居住环境。住宅的卫生学意义至少有两点。

（一）住宅是人们生活、居住、学习、工作的重要环境

人的一生中2/3以上的时间是在住宅内度过的，因此住宅是人们重要的生活和居住环境。随着现代科技的飞速发展，特别是信息科技和互联网的发展，住宅的功能正在向生活活动、学习工作、文化娱乐及家庭办公等多功能活动场所发展，住宅卫生的意义也随之发生变化，不再局限在生活方面，而是对学习和工作等诸方面都将产生重大影响。

（二）住宅的卫生条件与人类的健康

住宅内环境包括居室的配置、微小气候、日照、采光、空气清洁状况等。良好的室内环境对机体可起到良性调节作用，提高机体各系统的生理功能，增强抗病防病能力。不良的室内环境则是一种恶性刺激，可使中枢神经系统功能紊乱，降低机体各系统的功能和抵抗疾病的能力；使人情绪恶化，生活质量和工作效率下降，患病率和死亡率增高。此外，住宅环境对健康的影响具有长期性和复杂性，其卫生状况通常可影响几代人的健康。

二、住宅的基本卫生要求

为保证住宅具有良好的居住和家庭生活条件，防止疾病的传播，在住宅建设上应采取多种措施以确保以下各项基本卫生要求。

1. 适宜的小气候　室外地段良好，空气清新；室内冬暖夏凉、干燥、防潮，必要时应有通风、采暖、防寒、隔热等设备。

2. 采光照明良好　白天充分利用阳光采光，晚间照明适当。

3. 空气清洁卫生　应避免室内外各种污染源对室内空气的污染，冬季室内也应有适当的换气；室内建筑及装饰材料、家用电器等不会带来有害影响。有足够的人均居住面积，能防止病媒虫害的侵袭和疾病的传播。

4. 环境安静整洁　空气清新，环境安静，以保证休息、睡眠、学习和工作。同时能满足人们对隐私的社会心理需求。

5. 卫生设施齐全　地段良好，交通便利，生活便利，要有上下水道及各种卫生设施，以保持室内清洁卫生和良好的卫生条件。室外有足够的绿化场地、游廊或水池、花园等，尽可能多地与自然接近。

三、住宅设计的卫生要求

为保证住宅具有良好的居住和家庭生活条件，住宅设计上应符合以下各项卫生要求。

（一）住宅的朝向和间距

住宅的朝向和间距合理与否，对室内日照、采光、通风、微小气候和空气清洁度都能产生直接的影响。

1. 朝向　是指建筑物主要窗户所面对的方向。其选择原则是使居室冬季得到尽量多的日照，夏季能避免过多的日照，同时有利于自然通风的要求。日照情况取决于建筑物所在的地理纬度、季节和太阳的方位与高度及住宅本身的朝向。我国大部分国土在北

纬45°及其以南，从日照考虑，住宅主要房间朝南或东南，可在一年中除夏季外获得最多的日照时间。从通风角度出发，建筑物应面向当地炎热季节主导风向，以利通风散热；寒冷地区为免受冬季寒风侵袭，则应避免寒风主导风向。我国住宅主要房间朝南或东南也满足通风要求。

2. 间距　是指相邻两建筑物之间的距离。依日照和通风的卫生要求，呈行列式住宅建筑的正面间距最小应为前排建筑物高度的1.5～2.0倍，侧面不小于较高住宅高度的1.0～1.5倍。

（二）住宅的平面配置

每户居室应有自己独用的成套房间，包括主室（客厅、卧室、书房等）和辅室（厨房、卫生间、储藏室等）。各居室之间应设计合理，配置有序，以保证整洁、舒适、安静，便于休息和娱乐，避免相互干扰，减少疾病传播机会。例如，主室应与其他辅室充分隔离，两卧室间也要有充分隔离，且有最好的朝向；主室和厨房应有直接采光，厨房和卫生间应有良好的通风。

（三）居室的卫生规模

1. 居室容积　居室容积是指每个居住者所占有的居室空间面积。其卫生要求是能保证室内空气的清洁度。如按居室空气中 CO_2 浓度不超过0.07%作为空气清洁的评价指标来推算，每人居室容积应为25～30 m^3。我国当前卫生标准规定的城镇住宅居室容积为每人20 m^3。

2. 居室净高　居室净高是指室内地板到天花板的高度。净高越高则居室容积也越大，越有利于采光和通风，空气越易于保持清新；但降低净高可使造价减少，也有利于冬季采暖保温，故应综合考虑净高，一般规定为2.8 m，不宜太低。

3. 居室进深　居室进深是指窗户到对面内墙的距离。它与室内采光、日照和换气有关。一侧采光的房间居室进深以不超过地板至窗上缘高度的2～2.5倍为宜；两侧采光的房间居室进深以不超过地板至窗上缘高度的4～5倍为宜。

4. 居住面积　为保证居室空气清新，有足够的活动范围，能放置家具，避免拥挤和减少传染病传播的机会，并结合当前经济发展水平，我国人均居住面积应为8～10 m^2。

（四）住宅的采光和照明

光线来自太阳光谱和人工光源中的可见光，是维持正常视觉功能的条件。合理采光照明可保持大脑兴奋性和觉醒状态的周期变化，对机体生理状态产生良好作用；光线不足可致视功能过度紧张，促成近视及全身疲乏和降低工作效率，且易造成意外事故的发生。

以太阳光线为光源者称自然采光。室内采光状况可用采光系数和自然照度系数来评价。一般居室采光系数应为1/8～1/10；投射角不小于27°；开角不小于5°；主室最暗处自然照度系数不应低于1%，人工照明时，室内工作面照度应不低于100 lx，厨房、卧室等不低于25～50 lx。

（五）室内微气候

住宅内部由于墙、房顶、地板、门窗等围护结构的作用，形成了与室外不同的室内气候，称室内微气候。室内微气候由室温、气湿、气流和热辐射四个要素组成，并综合

作用于人体。住宅室内微气候与人体健康关系密切。室内微气候必须维持机体的温热平衡或体温调节功能处在正常状态中。也就是在室内人们着普通衣服，处于安静或中度劳动情况下，机体的产热量与散热量能保持平衡，体温、皮肤温、皮肤出汗量、温热感觉及其他生理指标都能维持在正常范围以内。为此，居室内的气温、气湿、气流等气象因素必须有一定卫生要求，在时间上、空间上保持一定范围内的稳定性。

室内微气候的卫生要求可随季节、地区和房间的用途而有所不同。夏季居室微气候的卫生要求夏季室内受太阳辐射、围护结构的隔热性能和室内通风情况的影响。所以居室要求有良好的遮阳和穿堂风。夏季室内适宜温度为 21 ~ 32 ℃（最适范围为 24 ~ 26 ℃），气湿为 30% ~65%，气流为 0.2 ~0.5 m/s，最大不宜超过 3 m/s。冬季集中式采暖的居室中央气温的适宜范围是 16 ~20 ℃，垂直温差不应大于 3 ℃，水平温差不应大于 2 ~3 ℃，昼夜温差不应大于 3 ℃。温差过大，机体体温调节不能适应，很容易引起感冒。对于病房或老人、小儿的专用居室更应注意。对分散式取暖的居室应适当放低要求，室温以 13 ~17 ℃为宜。据调查气温降到9 ~12 ℃时，人体体温调节开始出现紧张，这个温度可以作为采暖的临界气温。以上室温是指室中央距地面 1.5 m 高处为准。气湿为 30% ~45%、气流 0.1 ~0.5 m/s 最为适宜。

健康住宅是近年来兴起的一种全新居住定义，是指在符合住宅基本要求的基础上，突出健康要素，营造一个健康安全、舒适环保的高品质住宅。根据世界卫生组织建议，健康住宅标准应该包括以下 10 项要求。

（1）建筑和装饰材料所释放的化学物质浓度很低。

（2）设有换气性能良好的换气设备，对高气密性、高隔热性的住宅，必须采用具有风管的中央换气系统，进行定时换气。

（3）居室全年气温保持在 17 ~27 ℃；气湿保持在 40% ~70%。

（4）二氧化碳要低于 0.1%，粉尘浓度低于 0.15 mg/m^3。

（5）噪声要小于 50 dB。

（6）一天的日照确保在 3 h 以上。

（7）设有足够亮度的照明设备。

（8）住宅具有足够的抗自然灾害的能力。

（9）具有足够的人均建筑面积，并确保私密性。

（10）住宅要便于护理老人和残疾人。

四、室内空气污染与健康

本书本章第一节已讨论过空气污染的问题，但主要涉及的是室外大气污染，这里则讨论室内空气污染问题。室内主要是指居室内，广义讲也包括办公室、会议室、教室、公共建筑物及公共场所。人类 75% 以上的时间是在室内度过的，室内污染物不易扩散，使室内污染的程度往往较室外更严重，因此可能对人体健康有更直接、更严重的影响。

（一）室内空气污染主要来源

1. 生活炉灶　是我国室内空气污染的主要来源。各种炉灶、火坑、火盆被用来做饭取暖，所用的各种燃料在燃烧过程中均可产生有害气体、金属离子及悬浮颗粒。此

外，还有烹调油烟的污染，如煎炸等高温烹调造成的污染。

2. 人的活动 人的呼吸向空气中排放 CO_2、氨类等多种有害气体、水蒸气等，并使空气中氧含量减少。呼吸道传染病患者及病原携带者谈话、咳嗽、打喷嚏、吐痰时，随飞沫可排出病原体。人体排汗、皮肤脱落碎屑，亦可散发出气味。

3. 烟草烟雾 烟草烟雾中含有数百种有害成分，如大量的焦油、尼古丁、酚、醛、多环芳烃类、砷、铅等。

4. 建筑材料及家具 近年来，大量的新化学物质被引入建筑材料及室内装饰和家具中，若处理不当则可污染居室。例如，人造板、化纤地毯、黏合剂、油漆涂料等，均可释放出残留的甲醛；氡主要来自矿渣砖、石材、房基地，它是一种确认致癌物。

5. 其他 室内喷洒各种杀虫剂、清洁剂、除臭剂等，可造成醛、苯等挥发性有机物污染。微波炉、电视、电脑等家用电器，可增加人们接触电磁辐射的机会。空调使用不当亦会造成室内空气质量下降。另外，工业生产、交通运输等形成的排放物，以及植物花粉、孢子、动物毛屑、昆虫鳞片等也可以造成室内污染。

（二）室内空气污染的危害

1. 诱发癌症 吸烟可通过污染室内空气形成环境烟草烟雾，造成被动吸烟而影响非吸烟者。据日本调查，丈夫每日吸烟 20 支者，妻子患肺癌的危险性增加 2.1 倍。家庭长期使用无烟囱火塘燃烧烟煤造成室内空气污染也是肺癌高发的主要危险因素。

2. 引起中毒性疾病 由于排烟不畅或燃料燃烧不全，室内出现高浓度的 CO 而引起急性中毒是常见的事故。室内空气污染与心肌梗死、阳痿早泄、月经异常等有密切关系。

3. 引起不良建筑物综合征 引起不良建筑物综合征发生于办公室工作人员，表现为一系列非特异的症状，包括眼、鼻、喉刺激，头痛，疲劳，胸闷，注意力不集中等。当发病者离开一段时间后症状会缓解。该综合征多发生在新建的或重新装修的办公楼。目前认为这与空调系统通风不良形成的室内空气污染，特别是与挥发性有机化合物（VOC）、甲醛、环境烟草烟雾污染有关，但也与其他因素如气温、气湿、个人应激及心理特征可能有关系。

4. 其他 如引起呼吸道传染病发病率增高，诱发呼吸道感染，引起变态反应如哮喘、过敏性鼻炎等。

（三）室内空气污染的预防措施

1. 贯彻执行室内空气污染的法规 2003 年卫生部颁布并实施的《室内空气质量卫生规范》中规定室内空气污染物控制指标有 12 项。例如，居室空气中 CO_2 含量应小于 0.07%，最高不超过 0.1%；甲醛不超过 0.08 mg/m^3；清洁室内细菌总数不超过 2 500 CFU/m^3。

2. 科学设计，合理布局 房屋内应有不同的功能分隔区，内部设计布局合理。例如，应防止厨房的煤烟、油烟进入客厅、卧室；居室应有足够的净高和容积，以保证足够的日照、采光和通风。

3. 经常开窗、通风换气 可安装油烟机和排风扇，以降低局部污染物浓度。坚持定期清扫制度，必要时进行空气消毒以杀灭病原菌。刚装修的房间或新家具放置后，经

充分通风后方可居住。

4. 改善炉灶和采暖设备　保证烟道畅通，注意改进燃烧方式，提高燃烧效率，以降低室内污染物的浓度；改进燃料结构，电力供应充足地区推广电热烹调；以集中式采暖取代分散式采暖。

5. 改进个人生活习惯　改变油炸、油煎等烹调习惯，加强健康教育，劝导吸烟者戒烟，定期清扫，培养良好的个人卫生生活习惯。

6. 正确选择建筑材料和装饰材料　这是降低室内甲醛及其他挥发性有机物浓度、减少建筑材料中氡逸出的关键措施。我国《室内装饰装修材料有害物限量》已于2002年1月1日起正式实施。标准对人造板、涂料、胶粘剂、地毯、壁纸等共十项材料中所含有害物质做出了限量规定。

7. 设置卫生防护带　住宅区应远离工业区或交通要道口及其他污染源，在间隔的防护距离内进行绿化。同时，必须加强大气卫生防护，以防对室内空气的污染。

练习题

1. 说出大气污染的来源及其对机体健康的影响。
2. 简述生活饮用水的基本卫生要求。
3. 住宅的基本卫生要求和室内微气候的卫生要求有哪些?
4. 简述饮用水的净化和氯化消毒的原理。
5. 详述影响氯化消毒效果的因素。

（王庆生）

第三章　食品卫生与健康

★学习要求

掌握： 食品安全的定义和特点，食物中毒的定义、分类和特点，常见细菌性、非细菌性食物中毒的特点和防治措施，食物中毒的调查与处理方法。

熟悉： 各类营养素的生理功能及其对健康的意义，合理营养的要求，食品安全的危害因素，不同类型食品污染的来源、特点及预防。

了解： 各类营养素的膳食来源和参考摄入量，我国食品安全的主要公共卫生问题和公共卫生对策，食品添加剂的安全使用管理。

第一节　营养基础知识

人类为了维持生命和健康，保证正常的生长发育和从事各种劳动，每日必须摄入一定数量的食物。食物中含有人体所需的营养素。

一、营养素

（一）蛋白质

蛋白质是一切生命的物质基础，是细胞组分中含量最丰富、功能最多的高分子物质。蛋白质与人体的生长发育和健康有着密切关系，在人类营养中占有非常重要的地位。

1. 蛋白质的生理功能

（1）构成人体组织的重要成分：人体的一切细胞组织都是由蛋白质组成的，蛋白质占成人体重的16%～19%，其含量仅次于水。体内的这些蛋白质处于不断分解、重建及修复的动态平衡中。每日约有3%的蛋白质参与更新，即使机体完全不摄入蛋白质，体内仍然进行着蛋白质的分解和合成。

（2）参与构成重要的生物活性因子：人体要维持机体内环境的协调与稳定，并发挥各项生理功能，需要多种生物活性因子共同作用。而这些因子，如各种消化酶、激素、抗体、血红蛋白、肌动蛋白、胶原蛋白等的合成都必须以蛋白质为主要原料。

（3）供给能量：蛋白质亦是人体能量的来源，但在一般情况下供给能量不是蛋白质的主要功用。一般情况下，人体以碳水化合物和脂肪供能为主，只有在碳水化合物和脂肪供能不足的情况下，才会成为供能的主体。人体每日所需能量有10%～15%来自

蛋白质。

2. 必需氨基酸　氨基酸是组成蛋白质的基本单位。构成人体蛋白质的20种氨基酸中，有9种人体不能合成或合成速度不能满足机体需要，必须从食物中直接获得，称必需氨基酸。它们是异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸、缬氨酸、组氨酸，其中组氨酸为儿童必需氨基酸。

（1）氨基酸模式：指某种蛋白质中各种必需氨基酸的构成比例。通常将色氨酸含量定为1，分别计算出其他几种必需氨基酸的相应比值，这一系列的比值就是蛋白质的氨基酸模式。一般食物蛋白质中的氨基酸模式与人体蛋白质中的氨基酸模式越接近，那么这种食物提供的必需氨基酸利用价值就越高，其蛋白质的营养价值也越高。鸡蛋蛋白质与人体蛋白质的氨基酸模式最为接近，被称为参考蛋白质，可作为评定其他蛋白质质量的标准蛋白质。

（2）限制氨基酸：如果食物蛋白质所含的必需氨基酸中，一种或几种的含量偏低，即会导致食物蛋白质中的其他必需氨基酸得不到充分利用，以致这种食物蛋白质的营养价值降低。那么这些含量偏低的氨基酸即被称为限制氨基酸。其中，含量最低的那一种称第一限制氨基酸，余者类推。例如，大米、面粉蛋白质中赖氨酸的量最低，即为第一限制氨基酸。

一般讲，鱼、肉、奶、蛋等动物蛋白质的氨基酸模式与人类接近，数量充足，比例适当，营养价值较高，是优质蛋白质，被称为完全蛋白质。植物性蛋白质的氨基酸模式与人类相差较远，营养价值较低，一种或几种必需氨基酸含量较低或缺乏。

（3）蛋白质互补作用：为了提高植物性蛋白质的营养价值，将两种或两种以上的食物混合食用，通过不同食物间的必需氨基酸的种类和数量互相补充的作用，进而提高膳食蛋白质的营养价值，称其为蛋白质互补作用。例如，小麦、小米、牛肉、大豆各个单独食用时，其蛋白质生物价值分别为67、57、69、64，而混食的生物价值可高达89。

3. 蛋白质营养价值评价　蛋白质的营养价值在很大程度上，取决于其必需氨基酸的种类和含量。评价一种食物或混合食物蛋白质时，应该根据不同的方法综合考虑。

（1）蛋白质含量：利用凯氏定氮法进行测定。其原理是利用蛋白质含氮量相对固定（16%）这一特性，通过测定氮的含量，进而换算出蛋白质的含量。食物中蛋白质含量是否丰富是评定蛋白质食物营养价值的一个重要前提。

多数蛋白质的平均含氮量为16%，用所测得的氮含量乘以系数6.25（100/16）来表示蛋白质含量。不同食物的蛋白质换算系数不同，准确计算时，应按各类食物的含氮量分别采用不同的蛋白质换算系数（表3-1）。

（2）蛋白质消化率：食物的蛋白质消化率是指食物蛋白受消化酶水解后吸收的程度。用吸收氮量和总氮量的比值表示：

$$\text{蛋白质消化率（\%）}=\frac{\text{氮吸收量}}{\text{摄入氮量}}\times 100\%=\frac{\text{摄入氮量}-(\text{粪氮}-\text{粪代谢氮})}{\text{摄入氮}}\times 100\%$$

粪氮绝大部分是未消化吸收的食物氮，但其中有一部分来自脱落肠黏膜细胞、消化酶和肠道微生物。这部分氮称粪代谢氮。如果在测定粪氮时忽略粪代谢氮不计，所得的结果即称“表观消化率”；将粪代谢氮计算在内的结果则称为“真消化率”。

表3－1　常用食物蛋白质换算系数

食物	蛋白质换算系数	食物	蛋白质换算系数
大米	5.95	花生	5.46
全小麦	5.83	蛋	6.25
玉米	6.25	肉	6.25
大豆	5.71	奶	6.38

（3）食物蛋白质的利用率：反映蛋白质利用率的指标很多，常用的有生物价、蛋白质功效比值和氨基酸评分。

1）蛋白质的生物学价值：是以食物蛋白质在体内吸收后被储留利用的氮量与被吸收氮量的比值表示，用以反映蛋白质在体内的利用程度，简称生物价。生物价越高，表明其吸收后被机体利用的程度越高，最大值为100。计算公式如下：

$$\text{生物价}=\frac{\text{氮储留量}}{\text{氮吸收量}}\times 100=\frac{\text{氮吸收量}-(\text{尿量}-\text{尿内源性氮})}{\text{摄入氮量}-(\text{粪氮}-\text{粪代谢氮})}\times 100$$

各种食物的蛋白质生物学价值均不一样，一般动物性食物比植物性食物要高。常用食物蛋白质的生物学价值见表3－2。

表3－2　常用食物蛋白质生物学价值

食物名称	生物学价值	食物名称	生物学价值
鸡蛋黄	96	芝麻	71
全鸡蛋	94	小麦	67
牛奶	90	马铃薯	67
鸡蛋白	83	豆腐	65
鱼	83	熟黄豆	64
虾	77	玉米	60
大米	77	花生	59
牛肉	76	绿豆	58
白菜	76	小米	57
猪肉	74	生黄豆	57
红薯	72	高粱	56

蛋白质生物价没有考虑在消化过程中未吸收而丢失的氮。

2）蛋白质功效比值：是用出生后21～28 d刚断奶的雄性大白鼠为实验对象，用含10%蛋白质的标准饲料，喂养28 d，然后计算相当于1 g蛋白质所增加体重的克数来作为该种蛋白质功效比值。计算公式如下：

$$\text{蛋白质功效比值}=\frac{\text{动物增加体重（g）}}{\text{摄入蛋白质（g）}}$$

3）氨基酸评分：氨基酸评分（amino acid score，AAS）又称化学评分（chemical score）是食物蛋白质中某种必需氨基酸含量与等量参考蛋白质中该氨基酸含量的比值，计算公式如下：

$$\text{氨基酸评分}=\frac{\text{被测蛋白质每克氮（或蛋白质）中某种必须氨基酸量（mg）}}{\text{参考模式蛋白质每克氮（或蛋白质）中该氨基酸量（mg）}}\times 100$$

膳食蛋白质中所含必需氨基酸的种类越多、含量越高，越接近人体所需的氨基酸模式，营养价值越高，如鸡蛋和母乳中的蛋白质。

4. 蛋白质的膳食来源及参考摄入量　蛋白质来源分为动物性和植物性两大类。一般来说，蛋白质含量丰富，且品质良好的食物有肉类、鱼类、蛋类、奶类、豆类、坚果类等。大部分植物蛋白质的品质要次于动物蛋白质，但大豆蛋白质除外。尽管动物蛋白质的品质优于植物蛋白质。但过量进食肉类不但无法维持健康，反而易导致疾病，如癌症、心血管疾病等。其主要原因是肉类还含有多量的饱和脂肪酸、胆固醇等。我国的膳食以谷类为主食，植物蛋白质是人们膳食蛋白质的主要来源。因此，采用动物性食物和植物性食物相互配合的方法，合理利用植物蛋白质值得提倡和推广。

我国营养学会推荐营养素摄入量为：婴儿 1.5～3 g/（kg・d），儿童 35～75 g/d，青少年 80～85 g/d，成年男女按不同体力活动强度，分别为 75～90 g/d 和 65～80 g/d，孕妇和哺乳期妇女另增 5～20 g/d，老年男女分别为 75 g/d 和 65 g/d。

（二）脂类

脂类是人体重要的营养物质，包括脂肪和类脂两大类。脂肪又名甘油三酯或三酰甘油，是由一分子的甘油和三分子的脂肪酸组成的化合物。类脂包括磷脂、糖脂、固醇类、脂蛋白等。

1. 脂类的生理功能

（1）构成人体组织的重要成分：脂类广泛存在于人体内。脂肪主要分布在皮下结缔组织、腹腔大网膜及肠系膜等处，常以大块脂肪组织的形式存在，一般可达体重的 10%～20%。类脂是细胞的构成原料，与蛋白质结合成为细胞膜及各种细胞器膜的脂蛋白。它们广泛分布于血液、淋巴、脑髓、脏器、肾上腺皮质、胆囊、皮脂腺等。

（2）提供能量、储存能量：脂肪的主要功用是氧化释放能量，供给机体利用。1 g 脂肪在体内完全氧化所产生的能量约为 37.7 kJ，比糖和蛋白质产生的能量多 1 倍以上。当机体摄入的能量过多或不能被及时利用时，则以脂肪形式储存在体内。一般合理膳食的总能量有 20%～30% 由脂肪提供。

（3）提供脂溶性维生素，并促进其吸收。

（4）提供必需脂肪酸。

（5）改善食品的感观性状，增加饱腹感：脂肪在胃中停留时间较长，因此，富含脂肪的食物具有较高的饱感。脂肪还可增加膳食的色、香、味，促进食欲。

（6）支持保护内脏，维持体温。

2. 必需脂肪酸　脂肪酸是构成脂肪、磷脂及糖脂的基本物质，多数脂肪酸在人体内均能合成。必需脂肪酸是指机体内不能合成，但又是生命活动所必需，一定要由膳食供给的一些多不饱和脂肪酸，如亚油酸、α－亚麻酸、花生四烯酸等。必需脂肪酸的生

理功能有：

（1）组织细胞的组成成分：对线粒体和细胞膜的结构特别重要。在体内参与磷脂合成，并以磷脂形式出现在线粒体和细胞膜中。缺乏时可致线粒体肿胀，细胞膜结构和功能改变，膜通透性和脆性增加，易于破裂造成溶血。

（2）参与脂质代谢：胆固醇与必需脂肪酸结合后，才能在体内转运与进行正常代谢。如果缺乏必需脂肪酸，胆固醇就和一些饱和脂肪酸结合，不能在体内进行正常转运与代谢，并可能在血管壁沉积，发展成动脉粥样硬化。

（3）合成前列腺素的前体。

（4）对于X线引起的一些皮肤损伤有保护作用。

（5）α－亚麻酸与动物的视力、脑发育和行为有关。

缺乏这些必需脂肪酸就会影响机体代谢，表现为上皮细胞功能异常、湿疹样皮炎、皮肤角化不全、创伤愈合不良、对疾病抵抗力减弱、心肌收缩力降低、血小板聚集能力增强、生长停滞等。

3. 脂类的营养价值评价　脂类营养价值的评价主要从以下列四方面进行。

（1）消化率：脂肪的消化率与其熔点密切相关，熔点越低，越容易消化，熔点高于50 ℃的脂肪不易消化，如在室温下液态的脂肪消化率可高达97%～98%。在正常情况下，一般脂类都是容易消化和吸收的。例如，婴儿膳食中的乳脂吸收最为迅速；食草动物的体脂，含硬脂酸多，较难消化；植物油的消化率相当高。

（2）必需脂肪酸的含量：必需脂肪酸中亚油酸在人体内能转变为α－亚麻酸和花生四烯酸。故多不饱和脂肪酸中最为重要的是亚油酸及其含量。

（3）脂溶性维生素的含量：脂溶性维生素为维生素A、维生素D、维生素E、维生素K。脂溶性维生素含量高的脂肪其营养价值也高。

（4）脂类的稳定性：稳定性的大小与不饱和脂肪酸的多少和维生素E含量有关。不饱和脂肪酸是不稳定的，容易氧化酸败。维生素E有抗氧化作用，可防止脂类酸败。

4. 脂类的膳食来源及参考摄入量

（1）脂类的膳食来源：膳食脂肪主要来源于动物脂肪组织、肉类及植物种子。动物脂肪主要含饱和脂肪酸（40%～60%）和单不饱和脂肪酸（30%～50%），而多不饱和脂肪酸含量较少，植物油主要含不饱和脂肪酸（80%～90%）。

亚油酸普遍存在于植物油中，在膳食中常见的α－亚麻酸来源于豆油和菜籽油。

动物性食物中含脂肪最多的是肥肉和骨髓，高达90%，其次是肾脏和心脏周围的脂肪组织、肠系膜等。这些动物脂肪，如猪油、牛油、羊油、禽油等亦常被用于烹调。

一些海产鱼油中含有高量的二十五碳烯酸（EPA）和二十二碳六烯酸（DHA）。这两种脂肪酸具有扩张血管、降低血脂、抑制血小板聚集、降血压等作用，可以防止脑血栓、心肌梗死、高血压等老年病。

所有的动物性食物均含有卵磷脂，但以脑、心、肾、骨髓、肝、卵黄、大豆含量较高。脑磷脂和卵磷脂并存于各组织中，而神经组织内含量比较高。脑和神经组织含神经磷脂特别多。

（2）参考摄入量：脂肪的摄入量用占膳食总能量比例计算，中国营养学会推荐成

年人脂肪的摄入量占总能量的20% ~30%。其中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸之比以1:1:1为宜。胆固醇的摄入量不超过300 mg/d。

（三）碳水化合物

碳水化合物是一类由碳、氢、氧三种元素构成的有机物。是构成我们大部分食物的主要成分，是人类最丰富的膳食能量来源，占总能量摄入量的50% ~70%。

1. 碳水化合物的分类　碳水化合物分类见表3－3。

表3－3　碳水化合物分类

分类	亚组	组成
糖（1 ~2）	单糖	葡萄糖、半乳糖、果糖
	双糖	蔗糖、乳糖、麦芽糖、海藻糖
	糖醇	山梨醇、甘露醇、木糖醇
寡糖（3 ~9）	异麦芽低聚糖	麦芽糊精
	其他寡糖	棉籽糖、水苏糖、低聚果糖
多糖（≥10）	淀粉	支链淀粉、直链淀粉、变性淀粉
	非淀粉多糖	纤维素、半纤维素、果胶、亲水胶质物

糖异生：由非碳水化合物转变为葡萄糖或糖原的过程，称糖异生。非碳水化合物主要是乳酸、丙酮酸、甘油、丙酸盐及糖氨基酸，糖异生的主要场所是肝脏。

2. 碳水化合物的生理功能

（1）储存和提供能量：体内碳水化合物主要用于供应能量，葡萄糖是体内的直接供能物。体内碳水化合物是以糖原的形式储存的，主要在肌肉和肝脏内。

（2）构成机体的重要组成物质：如同蛋白质和脂类一样，碳水化合物也是机体的重要组成物质。它往往与蛋白质或脂类形成复合结构，参与机体构成。例如，构成细胞膜的糖蛋白、构成结缔组织的黏蛋白、构成神经组织的糖脂及构成DNA的脱氧核糖和RNA的核糖。

（3）参与机体某些营养素的正常代谢：膳食中的蛋白质被摄取后以氨基酸的形式吸收，这一过程需要能量，如果碳水化合物供应不足，能量不能满足机体需要，会有部分氨基酸分解来供能，这对机体来说是有害的，如果碳水化合物供应充足，则可以节约这部分蛋白质的消耗，这种作用被称为碳水化合物对蛋白质的节约作用。通过节食来减肥的危害与此有关。

脂肪在体内代谢也需要碳水化合物的参与。脂肪在体内代谢产生的乙酰辅酶A必须与草酰乙酸结合进入三羧酸循环才能被彻底氧化产生能量，而草酰乙酸是由葡萄糖代谢产生，如果碳水化合物摄取不足，脂肪氧化不全而产生过量酮体，引起酮血症。因而足量碳水化合物具有抗生酮作用。

（4）解毒及保护肝脏作用：进入肝脏的有毒物质如细菌毒素可与肝内的葡萄糖醛酸结合，降毒后排出，故碳水化合物具有解毒和保护肝脏的作用。

（5）保持饥饿时血糖的相对稳定。

（6）促进肌肉组织乳酸的充分利用。

（7）有利于肾脏排 H^+ 保 Na^+。

3. 碳水化合物的膳食来源及参考摄入量

（1）膳食来源：碳水化合物的膳食来源较为丰富，主要来源于植物性食物，如粮谷类（60% ~80%）、根茎类蔬菜、薯类（15% ~29%）、豆类（40% ~60%）；食糖也是碳水化合物的一个来源，主要是蔗糖；水果和蔬菜中也含有一定量的单糖，另外还含有果胶和膳食纤维。

（2）参考摄入量：碳水化合物是人类最容易获得的能源物质。但摄入量并无具体数值，其摄入量应根据人体的能量需要，结合经济水平和饮食习惯来确定。中国营养学会推荐，我国成人每日碳水化合物摄入量应满足其产能量占人体每日能量总需求的55% ~65%。

4. 血糖生成指数（glycemic index，GI）

（1）血糖生成指数定义：食物血糖生成指数，简称血糖指数，指餐后不同食物血糖耐量曲线在基线内面积与标准糖（葡萄糖）耐量面积之比，以百分比表示，即

$$GI = \frac{\text{某食物在食后 2 h 血糖曲线下的面积}}{\text{相当含量葡萄糖在食后 2 h 血糖曲线下的面积}} \times 100\%$$

（2）GI 的意义：GI 是用以衡量某种食物或某种膳食组成对血糖浓度影响的一个指标。GI 高的食物或膳食，表示进入胃肠后消化快、吸收完全，葡萄糖迅速进入血液，血糖浓度波动大；反之，则表示在胃肠内停留时间长，释放缓慢，葡萄糖进入血液后峰值低，下降速度慢，血糖浓度波动小。常见糖类和食物的 GI 见表 3 -4 和表 3 -5。

表 3 -4　常见糖类的 GI

糖类	GI	糖类	GI
葡萄糖	100	麦芽糖	105.0 ±5.7
蔗糖	65.0 ±6.3	绵白糖	83.8 ±12.1
果糖	23.0 ±4.6	蜂蜜	73.5 ±13.3
乳糖	46.0 ±3.2	巧克力	49.0 ±8.0

表 3 -5　常见食物的 GI

食物名称	GI	食物名称	GI	食物名称	GI
馒头	88.1	玉米粉	68.0	葡萄	43.0
熟甘薯	76.7	玉米片	78.5	柚子	25.0
熟马铃薯	66.6	大麦粉	6.0	梨	36.0
面条	81.6	菠萝	66.0	苹果	36.0
大米饭	83.2	闲趣饼干	47.1	藕粉	32.6

续表

食物名称	GI	食物名称	GI	食物名称	GI
烙饼	79.6	荞麦	54.0	鲜桃	28.0
甘薯粉	34.5	生甘薯	54.0	扁豆	38.0
南瓜	75.0	香蕉	52.0	绿豆	27.2
油条	74.9	猕猴桃	52.0	菜豆（四季豆）	27.0
荞麦面条	59.3	山药	51.0	面包	87.9
西瓜	72.0	酸奶	48.0	可乐	40.3
小米	71.0	牛奶	27.6	大豆	18.0
胡萝卜	71.0	柑	43.0	花生	14.0

（四）维生素

维生素（vitamin）是维持机体正常生理功能和物质代谢所必需的一类微量低分子有机化合物。它们是一大类化学结构与生理功能各不相同的物质，天然存在于食物中。

维生素的共同特点：①体内不能合成或合成量不足，也不能大量储存，必须经由食物供给。②既不是构成机体组织的原料，也不提供能量。③常以辅酶或辅基形式参与酶的功能，调节物质代谢。④需要量少。

维生素的命名有三种方式：①按发现顺序并以英文字母顺序排列命名，如维生素A、维生素B等。②按化学结构命名，如视黄醇、核黄素、硫胺素等。③按生理意义及治疗作用命名，如抗坏血酸、抗癞皮病因子等。

营养学中常按溶解性将维生素分为两大类，即水溶性维生素和脂溶性维生素。脂溶性维生素有维生素A、维生素D、维生素E、维生素K四种；脂溶性维生素大部分储存在脂肪组织中，一般有前体形式存在，通过胆汁排出体外，排泄率低，大剂量摄入会引起蓄积中毒。水溶性维生素包括B族维生素和维生素C。B族维生素又包括维生素B_1、维生素B_2、维生素B_6、维生素B_{12}，以及烟酸、叶酸、泛酸、生物素等。水溶性维生素均溶于水，一般以本体形式存在于天然食物中，排泄率高，未被机体利用的水溶性维生素除极少量储存外，绝大多数随尿液排出，一般大剂量摄入不会发生蓄积。

维生素是人体正常生化过程中必需的化合物，但许多维生素的作用尚未完全明确。大多数维生素在体内是以辅酶形式存在的，除此以外，维生素在临床上还有许多用途。如抗癌作用、防治心血管疾病和神经科疾病的作用等，因此，维生素制剂业已成为人们的日常保健品。

许多因素可致人体维生素不足或缺乏，常见原因有：①膳食中供给量不足，如食物本身含量不高、烹调加工不当的破坏等。②人体吸收利用降低，如消化系统疾病，或者膳食中脂肪含量低时，可影响脂溶性维生素吸收。③维生素需要量相对增高，如妊娠与哺乳期妇女、生长发育期儿童、特殊生活环境条件中、某些疾病（长期发热、慢性消耗性疾病）等，均引起需要量增加。服用某些药物如异烟肼、避孕药等，可引起维生素B_6的需要量增加等。

1. 维生素A 维生素A（vitamin A）又称视黄醇（retinol）或抗眼干燥症因子，它是一类具有视黄醇生物活性的物质，包括动物性食物来源的维生素A_1和维生素A_2，植物性食物来源的β-胡萝卜素及其他类胡萝卜素。维生素A_1存在于哺乳动物的肝脏及咸水鱼的肝脏中，维生素A_2存在于淡水鱼的肝脏中，且活性较低。通常所说的维生素A是指维生素A_1而言。β-胡萝卜素在人体内可转化为维生素A。

（1）维生素A的生理功能：维生素A在体内的主要功能是参与膜结构和功能，因此，它与正常生长发育、视觉、生殖功能、抗感染等有关。

1）构成视觉细胞内的感光物质，维持正常暗视觉功能：维生素A参与视网膜内视紫红质的形成，维持正常视觉。缺乏可致暗适应时间延长、夜盲症。

2）维持上皮细胞正常生长与分化：维生素A参与黏膜中糖蛋白合成过程，维持皮肤黏膜的完整性。缺乏维生素A会引起皮肤角化、眼干燥症，甚至失明。

3）促进生长发育：维生素A有促使蛋白质生物合成作用，同时具有促进骨细胞分化的作用。因此，维生素A对婴儿及儿童特别重要。

4）维护生殖功能：维生素A参与性激素的合成，促进性腺发育，从而影响生殖功能。维生素A严重缺乏，可致不孕症发生。

5）抗氧化作用：β-胡萝卜素作为维生素A的前体具有很强的抗氧化作用，且强于维生素A。它能抑制活性氧生成，从而清除体内自由基，因而具有抗衰老、防治心脑血管疾病的作用。

6）抗肿瘤作用：维生素A能促进上皮细胞正常分化的作用，因此它具有防止多种上皮肿瘤的发生和发展的作用。另外，维生素A有防止化学致癌物的作用，能抑制肿瘤细胞生长和DNA合成，起到抗癌作用。

（2）维生素A缺乏对机体的损害：

1）暗适应能力下降，夜盲及眼干燥症：维生素A缺乏的早期表现是暗适应能力下降，严重时可致夜盲症。由于角膜、结膜上皮、泪腺等的退行性变，可引起角膜干燥、发炎、软化、溃疡、角质化等变化。严重的角膜损伤可致失明。

2）黏膜、上皮改变：维生素A缺乏引起上皮组织分化不良，易引起皮肤粗糙、干燥、鳞状角化。各器官的黏膜黏液分泌减少，引起黏膜失去滋润和柔软性，易于细菌侵入，尤其在儿童易致呼吸系统疾病发生。

3）影响儿童生长发育：首先影响骨骼发育，发生齿龈增长与角化，影响牙釉质发育，使牙齿停止生长。

（3）摄入过多对机体的影响：维生素A大量摄入，由于在体内储存，排出比率不高，常可致蓄积中毒。主要表现：

1）皮肤干燥、发痒、鳞皮、皮炎、脱皮、脱发、指（趾）甲易脆。

2）厌食、易兴奋、易激动、疲乏、头痛、恶心、肌无力、食欲下降、腹痛腹泻、肝脾肿大等。

3）破骨细胞活性增强，导致骨骼缺钙、脆性增加，生长受阻，长骨增粗及骨关节疼痛。

4）血红蛋白减少、凝血时间延长、易出血：一般由食物中摄入维生素A的量不会

引起中毒反应，中毒通常会因长期服用维生素 A 制剂或一些动物肝脏引起。

饮食中大量的类胡萝卜素，可造成皮肤发黄，但远不是中毒现象，停用后可逐渐恢复。

（4）营养状况评价：维生素 A 营养状况可从多方面进行评价，应根据生化指标、临床表现，结合生理情况、膳食摄入情况综合判断。常用检查方法有血清维生素 A 水平测定（正常值 1.05 ~3.15 μmol/L）、改进的相对剂量反应试验、视觉暗适应功能测定、眼部症状检查等。

（5）食物来源及供给量：人体从食物中获得维生素 A 主要有两类，一是来自动物性食物的维生素 A（多数以酯的形式存在于动物肝脏）、奶及其未脱脂的制品、禽蛋类、肾脏、鱼子等食物。另一类来自于植物性食物的维生素 A 即各类胡萝卜素，主要是β-胡萝卜素和其他维生素 A 类胡萝卜素。含量丰富的有深色蔬菜和水果。一些常见食物中维生素 A 或胡萝卜素含量见表 3-6。

表 3-6 一些食物中维生素 A（IU/100g）或β-胡萝卜素含量（μg/100 g）

动物性食物	维生素 A	植物性食物	β-胡萝卜素
猪肝	8 700	胡萝卜（黄）	3.62
羊肝	29 900	胡萝卜（红）	1.35
鸡肝	50 900	菠菜	3.87
牛肝	18 300	油菜	3.15
鸭肝	8 900	小白菜	2.95
全脂奶粉	1 400	红辣椒	1.43
蛋类	3 500	芹菜叶	3.12
河螃蟹	8 900	韭菜	3.21
青虾	260	苹果	3.81
猪肉（肥瘦）	162	柑橘	0.55

视黄醇当量（RE）：表示膳食或食物中全部具有维生素 A 活性物质（包括维生素 A 和β-胡萝卜素）的总量（μg）。

胡萝卜素在体内转化为维生素 A 的值，按联合国粮食及农业组织及世界卫生组织联合专家委员会提出的数值计算：

1IU 维生素 A =0.3 μgRE

1μg 视黄醇 =1.0 μgRE

1μg β-胡萝卜素 =0.167 μgRE

1μg 其他类胡萝卜素 =0.084 μgRE

膳食中总视黄醇当量（μg）=0.3 × 维生素 A（IU）+0.167 ×β-胡萝卜素（μg）+0.084 ×其他类胡萝卜素（μg）

维生素 A 的推荐摄入量建议为成年男子每日 800 μgRE，女子 700 μgRE，最高摄入

量为2 000 μgRE；孕妇在孕早期为 800 μgRE，中晚期为 900 μgRE，最高摄入量为 2 400 μgRE。哺乳期妇女为 1 200 μgRE；不论男女，1 岁以前婴幼儿为400 μgRE，4 岁后增加到 500 μgRE，7 岁后增加到 600 μgRE；11 岁后增加到 700 μgRE，14 岁后男女分别与成人相同。

2. 维生素 D　维生素 D 也称抗佝偻病维生素，属类固醇化合物。维生素 D 有两种形式，即维生素 D_2（又称麦角钙化醇，ergocalciferol）和维生素 D_3（又称胆钙化醇，cholecalciferol）。由于自然界中维生素 D_3 分布远广于维生素 D_2，故通常维生素 D 是指维生素 D_3。自然界中不存在维生素 D 本体，只有维生素 D 原两种，一是一些食用菌类及酵母中的麦角固醇，另一个是人与动物皮肤中的 7 - 脱氢胆固醇，二者在紫外线照射下分别转化为维生素 D_2 和维生素 D_3。

（1）生理功能：维生素 D 在体内肝、肾处活化后，被输送至肾脏，与甲状旁腺素等共同作用，维持血钙水平。调节体内钙、磷代谢，促使骨与软骨及牙齿的矿物化，并不断更新并维持其正常生长。此外它还有防止氨基酸通过肾脏时丢失等作用。

（2）维生素 D 缺乏：一些高需要量的人群如婴幼儿（主要是人工喂养的婴幼儿）、孕妇、哺乳期妇女及老人易发生维生素 D 缺乏。另外，膳食中缺乏维生素 D，人体光照不足，膳食中某些成分如维生素 A、维生素 C、无机盐（磷、镁）等，某些造成肠道吸收障碍的疾病也与维生素 D 缺乏有关。

维生素 D 缺乏可造成钙、磷吸收减少，血钙水平下降，骨质软化、变形，手足痉挛。在婴幼儿期发生佝偻病，成人发生骨软化症，老人发生骨质疏松症。

（3）维生素 D 中毒：维生素 D 的中毒剂量尚未确定，但由于它也可在体内储存，因此，过多摄入亦会造成中毒，特别是在临床上应用维生素 D 制剂进行佝偻病治疗时，钙、磷供应不足，单独补充维生素 D 而引起。维生素 D 中毒表现为血清钙、磷增高，过度口渴，食欲减退，体重减轻，恶心，呕吐，烦躁，头痛，发热等，严重者可有智力发育不良及骨硬化、肾结石等，甚至可引起死亡。妊娠期和婴儿初期维生素摄取过多，可引起发生低体重儿。

（4）营养状况评价：

1）血浆中 25 - 羟维生素 D_3 测定　用高效液相色谱测定。其正常值为 20 ~ 150 nmol/L（8 ~ 60 ng/mL）。如低于 20 nmol/L 则提示为明显缺乏。

2）血清 1，25 - 二羟维生素 D_3 测定　用竞争受体结合试验进行。

3）血清碱性磷酸酶活性也用于判定佝偻病，但其结果受多种因素影响，并不被看作是判定维生素 D 营养状况的指标。

（5）食物来源与供给量：天然食物中维生素 D 含量均较低，含脂肪高的海水鱼、动物肝、奶油、蛋黄等动物性食物中含量较多。还可用维生素 D 强化食品、鱼肝油制剂、日光浴促进维生素 D 转化。

一般来说，在钙、磷供给充足时，11 ~ 50 岁人群的维生素 D 推荐摄入量为 5 μg，其他人群为每日 10 μg。各类人群最高的摄入量均为 20 μg。

3. 维生素 E（生育酚）　维生素 E 是一类含有苯并二氢吡喃结构，具有 α - 生育酚生物活性的物质。自然界中共有 8 种，即 4 种生育酚和 4 种生育三烯酚，分别用 α、

β、γ、δ 排序命名。膳食中维生素 E 以 α－生育酚为主。

（1）生理功能：

1）抗氧化作用：维生素 E 是一种很强的抗氧化剂，在体内保护细胞免受自由基损害。

2）保持红细胞完整性：人类膳食中维生素 E 含量低，可引起红细胞数量减少和生存时间缩短。临床用于治疗溶血性贫血。

3）调节血小板的黏附力和聚集作用。

4）促进蛋白质更新合成：维生素 E 可促进某些酶蛋白合成，降低分解代谢酶（如 DNA 酶、RNA 酶等）的活性。

5）与动物生殖功能和精子生成有关。

6）预防衰老：维生素 E 可减少随年龄增长而造成的细胞代谢产物脂褐素的形成，改善皮肤弹性，减缓性腺萎缩速度，提高机体免疫能力。

（2）维生素 E 缺乏对机体的危害：由于维生素 E 广泛存在于食物中，人体每个器官组织中均有储存，且在人体内储存时间长，不易排泄，因而很少出现人类维生素 E 缺乏症。新生儿，特别是早产儿，由于胎盘转运维生素 E 效率低，易造成维生素 E 缺乏而致溶血性贫血。另外，多不饱和脂肪酸摄入过多，脂肪吸收不良的患者，也可发生维生素 E 缺乏。

近来，正常偏低的维生素 E 营养状况对动脉硬化、癌症、白内障及老年退行性病变危害性的影响越来越受到学者们的关注。流行病学研究证实，低维生素 E（包括其他抗氧化剂）营养状况可增加上述疾病的危险性。

（3）摄入过多对机体的影响：在脂溶性维生素中，维生素 E 的毒性较小。有证据显示，每日摄入量超过 600 μg 的人有可能出现中毒表现，如视物模糊、头痛和疲乏无力等。婴幼儿大量摄入可使坏死性小肠结肠炎发生率明显增加。

（4）营养状况评价：

1）血清维生素 E 水平：该指标能直接反映人体内维生素 E 的储存水平，正常成年人此值若低于 11.6 μmol/L，为营养状况不良。

2）红细胞溶血试验：用 2% ~2.4% 的过氧化氢溶液与红细胞作用，观察其溶血程度，正常情况下红细胞溶血率 <10%。

表 3－7　维生素 E 营养状况评价

评价结果	血清维生素 E（μmol/L）	红细胞 H_2O_2 溶血试验（%）
缺乏	<12	>20
偏低	12 ~ 17	10 ~ 20
正常	>17	<10

（5）食物来源及供给量：维生素 E 在自然界中存在广泛，几乎所有绿色植物中均含有，但维生素 E 最好来源为谷物胚芽油。谷类、坚果、肉、奶、蛋及鱼肝油中也含有。一些食物中维生素 E 含量见表 3－8。

表3-8 一些食物中维生素E含量（μg/100 g）

油脂类	维生素E含量	植物性食物	维生素E含量
小麦胚芽油	100~300	菠菜	3.94
花生油	26~36	芹菜	2.67
大豆油	10~40	莴笋叶	2.16
奶油	2.1~3.5	毛豆	8.03

不同年龄人群对维生素E需要量不同。我国居民每日维生素E的摄入量为：0~0.5岁3 mg，1~3岁4 mg，4~6岁5 mg，7~10岁7 mg，11~13岁10 mg，14岁以上、老人、孕妇及哺乳期妇女等为14 mg。另外，维生素E摄入量应考虑多不饱和脂肪酸的摄入量。一般每多摄入1 g多不饱和脂肪酸，应多摄入0.4 mg维生素E。

4. 维生素B_1　维生素B_1又称硫胺素、抗神经炎素、抗脚气病因子。它是由一个吡啶、一个噻唑经甲烯基连接而成。

（1）生理功能：

1）参与体内物质能量代谢：维生素B_1在体内形成硫胺素焦磷酸（TPP）成为参与糖代谢的主要辅酶。另外维生素B_1参与氨基酸脱氧形成酮酸后的脱羧作用，故它也为支链氨基酸代谢所必需。

2）抑制胆碱酯酶活性，促进胃肠蠕动。

3）对神经生理活动的调节作用：维生素B_1有调节神经生理活动的作用，与心脏活动、胃肠蠕动及消化液分泌有关，有促进食欲的作用。

（2）维生素B_1缺乏对机体的危害：人类长期食用碾磨过分精白的米面，又缺乏必要补充时，易造成维生素B_1的缺乏，需要量增加、吸收利用障碍、肝损害、酗酒也可引起，长期透析的肾病患者，全肠外营养患者及长期慢性发热者也可引起。一般维生素B_1缺乏者，农村人群少于城市人群，成人少于婴儿。

维生素B_1缺乏所造成的疾病称脚气病。成人脚气病临床上多表现为水肿、肌疼痛、多发性神经炎。初期出现疲倦、体弱，继而出现头痛、失眠、眩晕、忧郁、健忘、易怒、恶心、食欲缺乏、心跳加速等，症状性质与缺乏程度、急慢性有关。一般分为三类。

1）干型脚气病：以多发性神经炎症状为主，表现为上行性多发性周围神经炎、肌肉疼痛乏力、腓肠肌压痛、腿脚麻木，后期可见肌萎缩等。如果涉及胃肠神经，可引起肠胃蠕动减弱，出现食欲缺乏或消化不良等表现。

2）湿型脚气病：以下肢水肿和心血管系统障碍症状为主。心室扩大（主要为右心室肥大）、心动过速、呼吸窘迫和下肢水肿等。处理不当，易发生心力衰竭。

3）混合型脚气病：上述两类症状共同出现。

婴儿脚气病常发生在2~5个月的婴儿，以心血管症状为主，早期表现为食欲缺乏、心跳快、水肿、烦躁，晚期表现为心力衰竭、强直性痉挛症状，容易被误诊为肺炎合并心力衰竭。病情急，常在症状出现1~2 d突然死亡。多由母乳维生素B_1缺乏所致。

（3）发生维生素B_1缺乏的原因：

1）摄入不足：过多摄入精白米和精白面，食物中加碱，对食品进行放射、罐装、冰冻、腌制及巴氏消毒等。

2）需要量增加：孕妇、哺乳期妇女、特殊工作环境（高温等）、神经高度紧张，以及引起代谢率增高的疾病等。

3）机体吸收或利用障碍：腹泻、酗酒及肝肾疾病、药物、红茶、咖啡、可乐、软饮料等。

（4）营养状况评价：

1）4 h 尿负荷试验：成人一次口服 5 mg 维生素 B_1 后，收集测定 4 h 尿中排出的总量。小于 100 μg 为缺乏，100 ~ 200 μg 为不足，大于 200 μg 为正常。

2）任意一次尿维生素 B_1 与肌酐排出量比值：用相当于含 1 g 肌酐的尿中维生素 B_1 排出量多少反映机体维生素 B_1 营养状况，以尿维生素 B_1/尿肌酐（μg/g）的比值表示。对成人来说，大于 65 为正常，小于 27 为缺乏，27 ~ 65 为不足。

3）红细胞转酮醇酶活力系数（ETK - AC）或 TPP 效应：血中维生素 B_1 部分作为转酮醇酶辅酶，该酶活力与血中维生素 B_1 浓度有关，测定加与不加 TPP 转酮醇酶活性的变化情况，即用活力之差占基础活性百分率来判断维生素 B_1 的营养状况。一般认为 TPP 大于 16% 为不足，大于 25% 为缺乏。

（5）食物来源及供给量：维生素 B_1 广泛存在于天然食物中，动物内脏、肉类、豆类、花生及未加工的粮谷类含量丰富，水果、蔬菜、蛋、奶也含有维生素 B_1，但含量较低。

我国居民每日膳食中维生素 B_1 的推荐摄入量分别为：0 岁 0.2 mg，0.5 岁后 0.3 mg，1 岁后 0.6 mg，4 岁后 0.7 mg，7 岁后 0.9 mg，11 岁后 1.2 mg，14 岁后男女分别为 1.5 mg 和 1.2 mg，18 岁后男女分别为 1.4 mg 和 1.3 mg，50 岁后男女均为 1.4 mg；孕妇为 1.5 mg，哺乳期妇女为 1.8 mg，各类人群最高耐受量均为 50 mg。

5. 维生素 B_2　维生素 B_2 又称核黄素，是由一个咯嗪环与一个核糖衍生的醇连接而成。它是体内多种氧化酶系统不可缺少的辅基部分。

（1）生理功能：维生素 B_2 在体内主要以 FMN（黄素单核苷酸）和 FAD（黄素腺嘌呤二核苷酸）形式构成黄素酶的辅酶，参与生物氧化过程和能量代谢。参与色氨酸转化为烟酸过程；参与体内铁代谢过程；有关催化多种亚胺、肼、次级胺、季胺等的 N - 氧化等。

（2）维生素 B_2 缺乏对机体的危害：维生素 B_2 缺乏的主要表现为眼、口腔、皮肤的炎症性反应。

1）眼：结膜充血，角膜周围血管增生，角膜与结膜相连处可出现水疱。严重者角膜下部有溃疡，可有睑缘炎、畏光、视物模糊、流泪等。

2）口腔：首先出现咽喉炎和口角炎，然后为舌炎、唇炎。

3）皮肤：出现脂溢性皮炎，躯干、四肢皮炎及阴囊皮炎。故维生素 B_2 缺乏也有“口腔 - 生殖器综合征”之称。

4）维生素 B_2 缺乏可干扰机体内铁代谢，严重可致缺铁性贫血。

5）维生素 B_2 缺乏还影响生长发育，妊娠期缺乏维生素 B_2 胎儿可出现先天畸形，

如唇裂、白内障、胎儿骨骼畸形等。

（3）食物来源与供给量：维生素 B_2 的良好来源是动物性食物，尤以动物肝、肾、心，蛋黄，乳类中含量丰富，植物性食物中绿叶蔬菜及豆类含量较多，粮谷类含量少。

我国膳食维生素 B_2 推荐摄入量，成年男女每日分别为：1.4 mg 和 1.2 mg，孕妇、哺乳期妇女为 1.7 mg，7 岁以下儿童为 1.0 mg，11 岁儿童为 1.2 mg，14 岁男女分别为 1.5 mg 和 1.2 mg。

6. 烟酸　又称尼克酸、维生素 PP、抗癞皮病因子，是吡啶－3－羧酸及其衍生物的总称，在体内主要以具有生物活性的烟酰胺形式存在。

（1）生理功能：

1）构成烟酰胺腺嘌呤二核苷酸（NAD）和烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸（NADP），参与三大产能营养素的产能过程，维护神经系统、消化系统和皮肤的正常功能。

2）构成葡萄糖耐量因子。非辅酶形式的维生素 PP 还是葡萄糖耐量因子的组成成分，具有增强胰岛素效应的作用，可提高机体对高浓度葡萄糖耐受能力。

3）具有降低血胆固醇的作用。

（2）烟酸缺乏对机体的危害：引起其缺乏的原因主要有摄入不足、酗酒及其他营养素缺乏（如维生素 B_1、维生素 B_2 等）。烟酸缺乏时所患疾病称癞皮病，本病初期可出现疲劳、乏力、工作效率降低、记忆力下降及失眠等表现，典型病例可出现“三 D”症状，即皮肤炎、腹泻和痴呆。

（3）供给量及食物来源：烟酸广泛存在于动植物食物中，动物肝、肾，瘦肉，花生，茶叶等含量高，含量最多的为酵母（45.2 mg/100 g）。奶、蛋中含量较少，但含有大量色氨酸。全谷类、绿色蔬菜中也有一定含量。

机体的烟酸除可以从食物中摄取外，还可在体内由色氨酸转化而来，其转化率约为 1/60。因此，维生素的膳食参考供给量应以烟酸当量（NE）表示：

$$烟酸当量（mgNE）= 烟酸（mg）+ 1/60 \times 色氨酸（mg）$$

我国居民每日膳食中维生素的推荐摄入量为：0～1 岁 2～3 mgNE，1～4 岁 6 mgNE，4～7 岁 7 mgNE，7～11 岁 9 mgNE，11～14 岁 12 mgNE，14 岁以上男女分别为 15 mgNE 和 12 mgNE，成年男女分别为 14 mgNE 和 13 mgNE，孕妇为 15 mgNE，哺乳期妇女为 18 mgNE，成人可耐受最大摄入量为 35 mgNE。

7. 叶酸　又称蝶酰谷氨酸，维生素 B_{11}，由喋啶、对氨基苯甲酸和谷氨酸三种成分组成。叶酸的生物活性形式为四氢叶酸（THFA）。叶酸是一种重要的 B 族维生素，广泛存在于自然界，尤以绿叶蔬菜中广泛存在而得名。

（1）生理功能：食物中的叶酸进入人体后，形成具有活性形式的四氢叶酸，这种活性形式作为一碳单位的载体在许多重要的生物合成中发挥重要作用。

叶酸分子能够携带各种来源的亚甲基、甲酰基及甲基等不同氧化水平的一碳单位，参与嘌呤和胸腺嘧啶的合成，进一步合成 DNA 和 RNA；参与丝氨酸与甘氨酸，组氨酸和谷氨酸等的相互转化；参与血红蛋白及胆碱，肌酸等重要物质的合成，有助于红细胞成熟。

（2）叶酸缺乏对机体的损害：孕妇、老人、酗酒者，服用某些药物如避孕药、抗

惊厥药、抗肿瘤药等的人群都是叶酸缺乏的高危人群。叶酸缺乏可出现精神不振、健忘、失眠、阵发性欣快感、舌炎与胃肠功能紊乱。

1）巨幼红细胞性贫血：叶酸缺乏，影响核酸代谢，以致红细胞成熟受阻，造成巨幼红细胞性贫血。

2）心血管疾病危害性增加：叶酸缺乏，蛋氨酸合成受阻，血中同型半胱氨酸含量升高，激活血小板黏附与聚集，对血管内皮产生损害，使动脉粥样硬化和脑中风发生风险增加。

3）胎儿神经管发育畸形：妊娠早期缺乏叶酸可引起胎儿发生神经管发育畸形，出现脊柱裂和无脑儿。临床上，有人建议怀孕前3个月内大量服用叶酸以预防神经管畸形的发生。

（3）食物来源及供给量：叶酸广泛存在于动植物食物中，如动物肝、肾，蛋，大豆，甜菜，菠菜，芥菜等，以绿叶蔬菜和酵母含量丰富。另外，牛肉、马铃薯，以及水果中的梨、香蕉和其他坚果类食物均含有较丰富的叶酸。

食物中叶酸的生物利用度仅为50%，而叶酸补充剂与膳食混合时生物利用度为85%，由于吸收利用程度不同，故在计算叶酸摄入量上应当以叶酸当量（DFE）来考虑，其公式为：总的膳食叶酸当量（μgDFE）＝膳食叶酸（μg）＋1.7×叶酸补充剂（μg）。

2000年中国营养学会推荐的中国居民膳食叶酸每日摄入量：1～3岁150 μgDFE，4～10岁200 μgDFE，11～13岁300 μgDFE，14岁以上400 μgDFE，孕妇600 μgDFE，哺乳期妇女500 μgDFE。最高限量为1 000 μgDFE。

8. 维生素C　又称抗坏血酸，自然界存在L型和D型两种，D型无生物活性。维生素C是一种水溶性维生素，有高度的还原性，人体不能合成，必须从食物中获取。

（1）生理功能：

1）抗氧化作用：维生素C为体内重要的抗氧化剂，可清除自由基，防止脂质过氧化，保护DNA、蛋白质、膜结构免遭损失。

2）羟化过程底物和辅酶作用：维生素C作为辅酶或羟化过程底物参与多种重要生物合成过程。例如，胶原蛋白、肉碱、神经介质、肽激素等合成及酪氨酸代谢等。

3）参与胶原蛋白合成维生素C：参与脯氨酸与赖氨酸的羟化过程，羟化后的脯氨酸与赖氨酸是胶原蛋白的重要成分，如果维生素C不足时，会引起胶原合成障碍，造成骨、牙、毛细血管间质形成不良，发生出血现象及创伤愈合延缓。

4）促进铁的代谢：维生素C可维持铁的亚铁态，促进铁吸收、转运、储存，有利于红细胞生成。

5）维生素C可降低血胆固醇含量，促进钙吸收，参与叶酸活性及肾上腺皮质激素的合成与释放。

（2）维生素C缺乏对机体的危害：由维生素C缺乏，胶原形成降低，导致结缔组织形成不良和受损所引起的病症称维生素C缺乏病，又称坏血病。

日常生活中维生素C轻度缺乏较为常见，早期表现多为非特异性，如疲乏、倦怠、虚弱、急躁、呼吸急促、牙龈疼痛出血、伤口愈合不良、关节肌肉短暂性疼痛等。典型

者可表现为牙龈肿胀出血，牙床溃烂，牙齿松动，毛细血管脆性增加，皮肤青肿、溃疡及伤口愈合延迟。严重者可出现皮下、肌肉和关节出血，内脏出血，心力衰竭，有造成死亡的危险。

（3）维生素C摄入过多对机体的影响：维生素C属水溶性维生素，其蓄积中毒可能性很小，但长期大剂量摄入也不利于健康，可引起胃肠反应，铁吸收过量，肾和膀胱结石等。此外，长期大剂量摄入可造成机体对维生素C的依赖性，使体内维生素C的代谢水平增高，小剂量维生素C将不能满足机体代谢需要。

（4）营养状况评价：

1）血浆维生素C含量：测定血浆或血清维生素C含量是评价营养状况的常见方法，可显示近期维生素C的摄入情况，但不能显示机体的储备水平。人体维生素C在饱和状态下，血浆维生素C浓度为56.8～79.5 μmol/L（10～14 mg/L），当血浆中维生素C低于4 mg/L时为缺乏，低于2 mg/L时可出现坏血病症状。

2）白细胞中维生素C含量：能反映组织中储备水平的指标为白细胞中维生素C含量测定值，当含量小于114 μmol/L时为不足，1 140～1 700 μmol/L为组织饱和。

3）负荷试验：用500 mg还原型维生素C口服，然后收集受试者4 h尿液测定尿中还原型维生素C含量。大于10 mg为正常，小于3 mg为缺乏。在大规模人群营养调查中，也有学者主张使用任意一次尿中维生素C排出量与肌酐比值作为评价指标。

（5）供给量及食物来源：维生素C广泛存在于蔬菜水果中，含维生素C丰富的有青菜、花椰菜、雪里蕻、小白菜、苦瓜、柑橘、柚子等；野生的苋菜、苜蓿、刺梨、沙棘、酸枣、猕猴桃含维生素C十分丰富，是维生素的重要来源；动物性食物一般维生素C含量较少。

我国居民每日维生素的推荐摄入量为：婴幼儿40～50 mg，儿童50～90 mg，青少年100 mg，孕妇及哺乳期妇女130 mg，各年龄组可耐受最高摄入量为其年龄组推荐摄入量的10倍。

（五）无机盐

无机盐（矿物质）是存在于人体内，除碳、氢、氧、氮元素以外的其他所有元素的统称。人体已发现有20余种必需的无机盐，占人体重量的4%～5%。其中含量较多的（含量大于体重的0.01%）为钙、磷、钾、钠、氯、镁、硫7种；每日膳食需要量都在100 mg以上，称常量元素。另外一些含量低微，含量低于体重的0.01%，称微量元素，常见的有铁、碘、铜、锌、锰、钴、钼、硒、铬、镍、硅、氟、钒等元素，同样也是人体必需的。

其主要生理功能：①构成组织和细胞的重要成分，如骨骼和牙齿，大部分是由钙、磷和镁组成，而软组织含钾较多。②维持正常渗透压和酸碱平衡。③参与神经活动和肌肉收缩等。④构成酶的辅基、激素、维生素、蛋白质和核酸等的成分，或作为多种酶系统的激活剂，参与许多重要的生理功能等。

在我国较常见无机盐缺乏有钙、铁、碘、硒和氟等。

1. 钙

（1）体内的分布：钙是人体最丰富的矿物质。正常人体含钙量为1 000～1 200 g，

组成体重的1.5% ~2.0%。大约99%钙集中在骨骼和牙齿内，其余约1%分布在体液和软组织中。骨钙由非晶体磷酸钙和晶体羧磷灰石两个不同成分组成。骨骼逐渐成熟时，这种物质通过溶解和重结晶等过程，最后转变成固相羧磷灰石。骨骼中除了钙、磷等主要离子外，还含有大量的钠、镁、碳酸和柠檬酸离子。骨钙不断进行缓慢的交换，每日可达250 ~1 000 mg，骨转换率随年龄而不同。血液、细胞外液和骨细胞外区的钙占总体钙的1%，统称混溶钙池。骨的生长和溶出能维持骨的动态平衡。四类骨细胞（间叶细胞、破骨细胞、成骨细胞和骨细胞）都参与，并受激素、钙、磷浓度等因素的影响。正常人血浆或血清的总钙浓度比较恒定，血浆和体液中的钙存在三种形式：蛋白结合钙、扩散性钙（与有机酸结合的）和离子钙。血清钙中只有离子钙才起生理作用，非扩散性钙可逐渐释放钙离子。

（2）生理功能：

1）构成骨骼和牙齿的主要成分，起支持和保护作用：是人体内含量较高的元素之一，成人体内约含钙1 200 g，其中99%集中在骨骼与牙齿中。混溶钙池的钙维持细胞在正常生理状态下，它与镁、钾、钠等离子保持一定的比例，使组织表现适当的应激性。正常情况下，骨骼中的钙在破骨细胞的作用下不断释放，进入混溶钙池；同时混溶钙池中的钙又不断沉积于成骨细胞中，因此使骨骼不断更新，保持机体钙的动态平衡。

2）参与神经肌肉的活动：包括神经递质的释放、神经肌肉的兴奋、神经冲动的传导、激素的分泌、血液的凝固等活动都需要钙。当血钙浓度降低到一定程度时，神经肌肉的兴奋性升高，出现搐搦。

3）多种生物膜的成分，维持细胞内胶质完整性：Ca^{2+}能与细胞膜表面的各种阴离子亚部位结合，调节受体结合和离子通透性。神经、肝、红细胞和心肌等的细胞膜上都有钙结合部位，当Ca^{2+}从这些部位释放时，膜的结构和功能发生变化。

4）多种酶的激活剂：许多参与细胞代谢与大分子合成和转变的酶（如腺苷酸环化酸、鸟苷酸环化酶、酪氨酸羧化酶和色氨酸羧化酶等）都受钙离子的调节。

（3）吸收、排泄和储留：膳食钙供给充足时，机体将根据需要来增减钙的吸收、排泄和储留。肾上腺皮质激素、甲状旁腺素和$\alpha-25-(OH)_2D_3$是调节钙代谢的重要激素，它们协同其他激素与磷，保持钙的内环境稳定。

1）吸收：钙在小肠的吸收分主动转运和扩散转运两部分。

主动转运过程受肠腔内存在的膳食成分、体内钙和维生素D的营养状况、生理状况（如生长、孕妇、哺乳、老年、性别）等因素的影响。在肠腔Ca^{2+}增加时，扩散转运较大。在我国钙吸收率仅有20% ~30%，西方人群膳食钙吸收率较高，为30% ~60%。

维生素D可促进小肠吸收钙。乳糖被乳糖酶水解成葡萄糖和半乳糖改善钙吸收，增强钙的扩散转运。婴儿摄食含乳糖的配方膳，钙吸收率为60%；不含乳糖的配方膳，钙吸收率只有36%。其他糖如蔗糖、果糖也能增加钙吸收率。蛋白质被消化成氨基酸，如赖氨酸、色氨酸、精氨酸、亮氨酸、组氨酸等，与钙形成可溶性钙盐，促进钙吸收。食物中的多数钙和膳食的其他成分形成络合物，胃酸增加其溶解度，消化酶在适宜的pH值时，使钙从络合物中释放出来，然后在偏酸性的十二指肠和近端空肠吸收。胆盐

能增加钙的溶解度以促进吸收。

植物成分中的植酸盐、纤维素、糖醛酸、藻酸钠和草酸可降低钙的吸收。谷类含植酸较多，以谷类为主的膳食应供给较多的钙。含草酸多的食物（如菠菜、蕹菜、苋菜等），其钙难以吸收且影响其他食物钙的吸收，故选择供给的食物时，不仅考虑钙含量还应注意草酸含量。膳食纤维影响钙的吸收，如果膳食中既有草酸又有纤维，则钙的吸收更低。膳食脂肪对健康人的钙吸收影响不大，但脂肪消化吸收不良或患脂肪泻患者的钙吸收会降低。钙能与脂肪酸形成皂钙，不饱和度降低时，钙的利用率更低。碱剂、应激和卧床不动、食物在消化道内停留时间长，都可使钙的吸收率低。

此外，pH 值对钙的吸收也有一定的影响。许多疾病（如吸收不良综合征、肝硬化和糖尿病等）及部分消化道切除手术等均可降低钙的吸收。男性吸收钙优于女性。随着年龄增加，钙吸收下降。老人钙吸收极差。影响钙的吸收因素见表 3 -9。

表 3 -9　膳食成分对钙吸收利用的影响

降低吸收作用	增高吸收作用	无影响
植酸盐	乳糖	磷
纤维	某些氨基酸	蛋白质
草酸盐	维生素 D	维生素 C
脂肪（脂肪泻时）		柠檬酸
乙醇		果胶

2）排泄：每日进出体内的钙大致相等，处于平衡状态。人体内的钙的大部分经肠黏膜上皮细胞的脱落和消化液的分泌排入肠道，其中一部分被重新吸收，其余经粪便排出体外，粪钙包括未吸收摄入钙和分泌到胃肠道内的内源钙。正常人每日由汗排出20～350 mg，高温作业者由于排汗多，损失钙可高达每日 1 g。哺乳期妇女乳中排出的钙为每日 150～300 mg。正常膳食时，钙在尿中的排出量较为恒定，不管膳食摄入钙量变化多大，尿钙排出量的变化不大。钙的排泄与蛋白质摄取量成正相关。白天钙排出多，傍晚最少。经肾小球滤出的钙，其中 99% 在肾小管重吸收。当血清钙浓度处于低钙状态时，肾小管重吸收率增加。高钙血症时，尿排出钙增加。制酸剂、利尿剂的使用，高蛋白镁膳，低血钠，肾上腺皮质激素、甲状旁腺素或维生素 D 过多，卧床等能使尿钙排出增加。

3）储留：储留量和供给量呈正相关。人体对钙的需要量的不同也影响其储留。磷摄入过多对于钙的储留影响不大。钠的摄入过多降低钙在骨骼中的储留，一些疾病（如氟骨症、糖尿病等）也影响其在人体内的储留。

（4）钙缺乏症：钙缺乏主要影响骨骼与牙齿的发育，可导致婴幼儿佝偻病、成人骨软化症与骨质疏松症的发生；血清钙含量不足，可使神经肌肉的兴奋性提高，引起抽搐；血清钙含量过高，则可抑制神经、肌肉的兴奋性。

（5）供给量：估计钙需要量的方法有两种：一是平衡法，常用于成人，也可用于婴幼儿青少年，但对于这类人群应当考虑达到适当的正钙平衡；二是直接测量法，即测

定各种不同年龄幼小动物和死亡婴儿体内含钙总量，估计在不同年龄时期钙在体内的每日平均储留量，结合考虑钙的内源损耗，借以估计出人体钙的需要量，再结合膳食中钙的平均吸收率，即可估计钙的供给量。此外，在制定钙的供给量标准时还需要考虑钙的需要量受年龄、性别、膳食、职业、不同生理及病理因素等的影响。

中国营养学会推荐的钙的每日供给量标准：出生至10岁以下儿童600 mg，10～13岁800 mg；13～16岁1 200 mg；16～19岁1 000 mg，成年男女800 mg，孕妇1 500 mg，哺乳期妇女2 000 mg。

（6）食物来源：奶和奶制品是食物中钙的最好来源，不但含量丰富，而且吸收率高，是婴幼儿最佳钙源。蔬菜、豆类和油料种子也含有较多的钙。虾皮、海带等含钙也特别丰富。在儿童与青少年膳食中加入骨粉、蛋壳粉也是补充膳食钙的有效措施。一些食品中钙的含量见表3－10。

表3－10 食品中钙和磷含量（mg/100 g食物）及比值

品名	钙	品名	钙
人乳	34	海带	1 177
牛乳	120	发菜	767
乳酪	590	大白菜	61
鸡蛋	55	小白菜	93
鸡蛋黄	134	标准粉	38
虾皮	2 000	标准米	8
黄豆	367	瘦猪肉	11
豆腐（南）	240	瘦牛肉	16
豆腐（北）	277	瘦羊肉	15
豆腐丝	284	鸡（肉及皮）	11
芝麻酱	870	鲤鱼	25
豌豆	84	鲫鱼	54
蚕豆	61	带鱼	24
花生仁（炒）	67	大黄鱼	33
西瓜子	237	青鱼	25
核桃仁（炒）	93		

2. 铁

（1）人体内铁的分布：体内的铁的分布按其功能可分为两部分。一部分存在于血红蛋白、肌红蛋白、血红素酶类及辅助因子和运输铁中，约占体内铁总量的70%。血浆中，铁是被结合在运铁蛋白上运输的。这部分铁约有85%分布在血红蛋白中，5%在肌红蛋白中，10%在全身各处细胞内血红素酶类中或其他酶系统中起辅助因子的作用。

约有 4 mg 作为运输铁与血浆中的运铁蛋白相结合。运铁蛋白在血液中有运载铁的作用。正常人体内的运铁蛋白大体等量地分布于血管内和血管外，在未和铁结合时，为脱铁运铁蛋白，在和铁结合后成为运铁蛋白，然后把铁运送至骨髓用于血红蛋白合成，或运至网状内皮细胞储存起来，同时也为各种含铁酶合成提供所需的铁。另一部分为体内的储备铁，主要以铁蛋白和含铁血黄素的形式存在于肝、脾和骨髓中。体内含铁量随体重、血红蛋白含量、性别不同而不同。成年男子每千克体重平均约含铁 50 mg，成年女子则为 35 mg。

（2）生理功能：铁在体内主要作为血红蛋白、肌红蛋白、细胞色素等的组成部分参与体内氧与二氧化碳的运送和组织呼吸过程。血红蛋白能与氧可逆地结合，当血液流经肺泡时，血红蛋白与氧结合成氧合血红蛋白，同时与二氧化碳分离；当血液经氧分压较低的组织时，氧合血红蛋白又离解而成血红蛋白和氧，释放出氧，同时与二氧化碳结合。此外铁还参与许多重要的生理功能，如催化β－胡萝卜素转化成维生素 A、参与嘌呤胶原合成、抗体产生、脂类的转运及肝脏的解毒功能等。

（3）铁的吸收与代谢：

1）吸收：食物中的铁主要是三价铁，须在胃中经过胃酸的作用使之游离，并还原成二价铁后才能为肠黏膜所吸收。吸收部位主要在十二指肠和空肠。而胃、小肠下段和结肠只能吸收微量的铁。

食物中的铁可分为血红素铁和非血红素铁两类。血红素铁主要存在于动物性食物中，是以血红蛋白及肌红蛋白的原卟啉形式存在的结合的铁。此种类型的铁不受植酸盐、磷酸盐等的影响而以原卟啉铁的形式直接被肠黏膜上皮细胞吸收，然后在黏膜细胞内分离出铁，并和脱铁运铁蛋白结合。其吸收率较非血红素铁高。其吸收过程不受其他膳食因素的干扰，吸收率一般较高。另一类则为非血红素铁，主要存在于植物性食物中，其吸收受到膳食因素（如食物中所含的植酸盐、草酸盐、碳酸盐、磷酸盐）的干扰，吸收率很低，约为 3%。食物中维生素 C、一些氨基酸（如胱氨酸、半胱氨酸、赖氨酸、组氨酸等）、某些单糖（如葡萄糖、果糖）和一些有机酸（如柠檬酸、琥珀酸、脂肪酸、肌苷、山梨酸等）能与铁螯合成小分子可溶性单体，因而有利于铁的吸收。维生素 C 除了能与铁螯合以促进铁的吸收外，它作为还原性物质，在肠道内可将三价铁还原为二价铁而促进铁的吸收。肉、禽、鱼类食物中有一种暂叫“肉类因子”的物质，能显著地促进非血红素铁的吸收。维生素 B_2 对铁的吸收转运均有促进作用。食物中另有一些成分可妨碍铁吸收，如茶叶所含的鞣酸在肠内与铁形成难溶性的复合物，以致妨碍铁吸收。铁的吸收也受体内铁的需要量的影响，如缺铁时，妊娠的后半期和红细胞生成作用受刺激时，铁的吸收增加；而铁负荷过量和红细胞生成抑制时则吸收减少。

膳食中铁的吸收率平均约为 10%。但各种食物间有很大的差异，动物性食物铁的吸收率一般高于植物性食物，如动物肉为 22%、牛肝为 14%～16%、鱼肉为 11%，而玉米、大米、大豆、小麦中的铁吸收率只有 1%～5%。所以，如果膳食中植物性食物较多时，铁的吸收率就可能不到 10%。鸡蛋中的铁吸收率低于其他动物性食物，在 10%以下。牛奶为一种铁含量少的食物。

2）代谢：人体内的铁约有 30%以铁蛋白和含铁血黄素的形式存在于肝、脾和骨髓

中，约有70%进入血红蛋白、肌红蛋白等的合成而发挥各自的生理作用。一般情况下，储存铁的量波动不大，每日从食物中吸收的铁主要用于血红素的合成，以补偿每日体内因红细胞破坏而引起的损失。正常人每日需20～25 mg的铁来合成血红蛋白。

铁用以合成血红蛋白的部位主要在骨髓。超过需要量的铁主要以铁蛋白和含铁血黄素的形式储存于肝实质细胞、骨髓、肝和脾的网状内皮细胞中。在正常情况下，储存铁和血液循环的铁交换量不多。当需要铁时，铁蛋白和含铁血黄素中的铁都可动员出来合成血红蛋白。身体排出铁的量较少，成年男女平均每日铁的排出量为0.90～1.05 mg。主要排出途径有胃肠道红细胞外渗，胃肠道黏膜细胞脱落，胆汁的分泌，以及经尿液和皮肤排出。铁储备增加的人，其铁丢失超过正常的量。有蛋白尿、血尿、血红蛋白和含铁血黄素尿的患者，尿铁排出量显著增加。

（4）铁缺乏和铁中毒：

1）铁缺乏：由于铁摄入不足或吸收不良，需要量增加，丢失过多，造成铁缺乏，即营养性缺铁性贫血。缺铁性贫血可发生在各个年龄段，尤以婴幼儿多见。铁缺乏常见于4个月以上的婴儿和儿童，铁缺乏还常见于青年妇女和妊娠妇女，老人中也有不同程度的发生。该病起病缓慢，轻者可无明显症状，仅表现为面色苍白、口腔黏膜和眼结膜苍白无血色。严重者有头昏、耳鸣、乏力、食欲低下、体重增长缓慢、记忆力减退、注意力不集中。重度贫血者可有肝脾肿大，出现贫血性心脏病，红细胞数和血红蛋白均低于正常值。铁缺乏还影响行为和智力，损害儿童认知能力，引起异食癖，造成抗感染能力、抗寒能力下降；孕早期贫血与早产、低出生体重及胎儿死亡有关。

铁缺乏的预防可采取下述措施。①改进膳食组成，增加含铁丰富及其吸收较高的食物。②增加膳食中的维生素C。③发展铁强化食品，尤其是婴儿铁强化食品等。

2）铁中毒：铁中毒可分为急性和慢性，急性中毒常见于过量误服铁剂，尤其常见于儿童。主要症状为消化道出血，死亡率很高。慢性铁中毒可发生于：①消化道吸收的铁过多如长期过量服用铁剂、长期大量摄入含铁量异常高的特殊食物、慢性酒精中毒等而使小肠吸收过多的铁。②肠外输入过多的铁，通常由多次大量输血引起。在正常情况下，即使膳食铁含量很丰富，亦不致引起慢性中毒的水平。

（5）供给量和食物来源：

1）铁的食物来源：动物性食物（如动物肝脏、瘦猪肉、牛羊肉等）及动物血，不仅含铁丰富而且吸收率很高，但鸡蛋和牛乳的铁吸收率低。植物性食物中则以黄豆和小油菜、芹菜、鸡毛菜、萝卜缨、荠菜等铁的含量较高，而且黄豆的铁不仅含量较高且吸收率也较高，是铁的良好来源。强化铁酱油也是一种最有效、最经济、最方便的补铁措施。

2）我国营养学会推荐的每日膳食中铁的供应量：0～9岁为10 mg，10～12岁为12 mg，13～16岁男性为15 mg、女性为20 mg，成年男性为12 mg、女性为18 mg，妊娠妇女与哺乳期妇女均为28 mg，自老年前期以后的男女皆为12 mg。

3. 碘

（1）碘的分布：人体70%～80%的碘存在于甲状腺组织中，碘是构成甲状腺素（如T_3、T_4）的重要成分。

（2）碘的生理作用：碘在人体内主要参加甲状腺素的生成，甲状腺素是人体重要激素，具有下述几方面的生理作用。

1）参与蛋白质、脂肪、糖代谢，调节能量的转换：甲状腺素有调节蛋白质分解和合成的作用，人体内糖和脂肪的代谢在甲状腺功能亢进时增强，减退时减弱。

2）调节组织中的水盐代谢：甲状腺素有促进组织中水盐进入血液，并从肾脏排出的作用，缺乏时引起组织内水盐潴留，在组织间隙出现含有大量黏蛋白的组织液，从而使皮肤发生黏液性水肿。

3）促进维生素的吸收和利用：甲状腺素对维生素代谢有促进作用，但在甲状腺素过多时，因其能引起代谢亢进而可使维生素 A、维生素 B_1、维生素 B_2、维生素 B_{12}和维生素 C 等的需要量增加。

4）活化许多重要酶，促进物质代谢：包括细胞色素酶、琥珀酸氧化酶和碱性磷酸酶等，这些酶对促进生物氧化和物质代谢都有重要的作用。

5）促进生长发育：甲状腺素能促进神经系统的发育、组织的发育和分化、蛋白质合成。这些作用在胚胎发育期和出生后的早期尤其重要，此时如缺乏甲状腺素，对脑的发育会造成严重影响，使患者智力下降而引起呆小病，并可导致骨骼和生殖系统发育障碍。

（3）碘缺乏与过量：成人碘缺乏可引起甲状腺肿，胎儿期和新生儿期缺碘可引起呆小病。由于这些病具有地区性特点，故称地方性甲状腺肿和地方性呆小病。

对地方性甲状腺肿和呆小病预防的有效方法是在流行区采用碘盐，即在食盐中加入碘化物或碘酸盐。在不能有效地普及碘化食盐的甲状腺肿流行区，也可用碘化油预防甲状腺肿，肌内注射一次可使三年内不发生碘缺乏。为切实防止呆小病的发生，应特别注意防止妊娠妇女缺碘。

碘摄入过量通常发生于摄入含碘高的海产品过多，以含碘高的水（某些深井和缺碘地区的地面水和井水）作为饮食用水，以及在治疗甲状腺肿等疾病中使用过量的碘剂等。摄入过多的碘可发生如下病症。

1）高碘性甲状腺肿：甲状腺轻度肿大，多呈弥漫型，硬度高于因缺碘引起的甲状腺肿大。

2）碘性甲状腺毒症：碘剂在使用于地方性甲状腺肿的防治中时，同样发现它有诱发甲状腺功能亢进的作用。主要症状有心率加速、气短、失眠、急躁不安、腱反射亢进，眼睑、手、舌及全身震颤，怕热多汗，代谢和食欲亢进，常有眼球凸出等。

（4）食物来源与供给量：海盐和海产品含碘丰富，是碘的良好来源。其他食品的含碘量，则取决于土壤和水中的碘量。

我国营养学会所提出的营养供给量标准建议：成人每日的适宜需碘量为 150 μg，妊娠妇女为 175 μg，儿童为 70 ~ 120 μg。

4. 锌

（1）锌的分布：锌分布在人体所有的组织器官，以肝、肾、肌肉、视网膜、前列腺内含量最高。

（2）锌的生理作用：

1）参加人体内许多金属酶的组成或作为酶的激活剂：人体内重要的含锌酶有醛脱氢

酶、谷氨酸脱氢酶、苹果酸脱氢酶、乳酸脱氢酶、碳酸酐酶、DNA 聚合酶、碱性磷酸酶、丙酮酸氧化酶等，它们参与组织呼吸及蛋白质、脂肪、糖和核酸等代谢的重要作用。

2）促进机体的生长发育和组织再生：锌是调节 DNA 复制、翻译和转录的 DNA 聚合酶的必需组成部分，对于蛋白质和核酸的合成，以及对于细胞的生长、分裂和分化的各个过程都是必需的。因此，缺锌者常表现为蛋白质合成、DNA 和 RNA 代谢及生长发育障碍等。成人或儿童缺锌都能使创伤的组织愈合困难。锌对于胎儿的生长发育也很重要。

3）促进食欲：锌在维持正常食欲中起着重要作用，动物和人缺锌时，出现食欲缺乏。锌缺乏对味觉系统有不良的影响，导致味觉迟钝。

4）促进性器官和性功能的正常。

5）参加免疫功能：参加包括免疫反应细胞在内的细胞复制，维持胸腺和脾脏细胞的增殖。人和动物缺锌时 T 细胞功能受损，使免疫力降低，同时缺锌还可能使有免疫力的细胞增殖减少，胸腺因子活性降低，DNA 合成减少，细胞表面受体发生变化。因此，机体缺锌可降低抵抗力。

6）此外，锌在保护皮肤健康及维生素 A 的代谢中也起着重要的作用。

（3）锌缺乏和锌中毒：

1）锌缺乏：主要表现为生长停滞，味觉减退及食欲缺乏，出现异食癖。青少年除生长停滞外，还会出现性成熟推迟、性器官发育不全、第二性征发育不全等。孕妇锌缺乏，可以不同程度地影响胎儿的生长发育，以致引起胎儿的种种畸形。

预防锌缺乏应当根据其原因采取对策。在谷类中含有大量植酸的地区，应当从改进或调整粮食品种上着手。因需要量增加而引起缺锌时，则应在膳食中增加含锌丰富的食物。为预防婴儿缺锌，应当提倡母乳喂养，婴儿配方食品应当含有适量的锌。

2）锌中毒：锌中毒可能发生于治疗中过量使用锌剂及用锌容器储存食品，中毒时主要表现为恶心、呕吐、腹痛、腹泻和发热。预防锌中毒主要应防止食品、水源和空气被锌污染。用锌治疗疾病时，要掌握剂量。

（4）食物来源与供给量：锌的食物来源广泛，但动物性食物含锌丰富且吸收率高。如牡蛎最高，其次为肝、奶、肉类，而蔬菜、水果含锌低，且受植酸、草酸影响。每 100 g 牡蛎中含锌量为 100 mg 以上，肉类、肝脏、蛋类含锌 2～5 mg，鱼及其他海产品为 1.5 mg，豆类及谷类为 1.5～2.0 mg，而蔬菜及水果含量低于 1.0 mg。

中国营养学会对成年男女锌的推荐摄入量分别为 15.0 mg/d 和 11.5 mg/d。孕妇、哺乳期妇女、青少年适当增加摄入量。

5. 硒

（1）硒的分布：人体硒含量为 14～20 mg，主要以硒蛋氨酸的形式存在。

（2）硒的生理功能：

1）抗氧化作用：作为谷胱甘肽过氧化酶的成分，在体内保护细胞膜和细胞的作用。谷胱甘肽过氧化物酶在体内的主要作用是催化过氧化氢还原为水，从而防止过多的过氧化物损害机体代谢和危及机体的生存。同时它能使细胞膜中的脂类免受过氧化氢和其他过氧化物的作用，从而保护了细胞膜和细胞。

2）解除体内重金属的毒性作用：硒和金属有很强的亲和力，是一种天然的对抗重

金属的解毒剂，在生物体内与金属相结合，形成金属－硒－蛋白质复合物而使金属得到排泄。它对汞、镉、铅等都有解毒作用。硒还可以降低黄曲霉毒素 B_1 的毒性。

3）保护心血管和心肌的健康：硒能降低心血管病的发病率，缺硒后脂质过氧化反应增强，造成生化紊乱，引起心肌纤维坏死，心肌小动脉及毛细血管损伤。

4）保护视器官的健全功能和视力：含有硒的谷胱甘肽过氧化物酶和维生素 E 可使视网膜上的氧化损伤降低。

5）其他：硒还具有促进生长发育、抗肿瘤等作用。缺硒时生长停滞或受到不同程度的影响。许多流行病学调查和动物实验显示，硒有一定的抗肿瘤作用。硒还有刺激免疫球蛋白及抗体产生，增强机体对疾病的抵抗力等作用。

（3）硒缺乏和硒过量：

1）硒缺乏：克山病、大骨节病与缺硒有密切关系。缺硒还影响机体抗氧化能力和免疫功能。克山病与自然环境有密切关系，多分布于中、低山区，丘陵地带及相邻的部分平原地区，临床表现主要为心脏扩大、心功能失代偿、心力衰竭、休克。

2）硒中毒：动物在急性中毒时主要表现为失明、腹痛、流涎，最后因肌麻痹而死于呼吸困难。慢性中毒时出现脱毛、脱蹄、角变形、长骨关节糜烂、四肢僵硬、跛行、心脏萎缩、肝硬化和贫血。人因食用含硒量高食物和水，或从事某些常常接触到硒的工作，可出现不同程度的硒中毒症状，包括毛发脱落、皮肤脱色、指（趾）甲异常、疲乏无力、恶心呕吐、呼气有大蒜味等。

（4）食物来源与供给量：主要来源于海产品，动物肾、肝、肉，植物中硒含量受产地土壤中硒含量的影响而有很大的地区差异。

中国营养学会建议硒的推荐摄入量 14 岁以上人群为 50 μg，0～0.5 岁为 15 μg（适宜摄入量），0.5～1.0 岁为 20 μg（适宜摄入量），1～3 岁为 20 μg，4～6 岁为 25 μg，7～10 岁为 35 μg，11～13 岁为 45 μg。

（六）其他膳食成分

1. 水

（1）水的生理功能：

1）调节体温：水的蒸发热大，所以蒸发少量的汗就能散发大量的热。水的流动性大，能随血液循环迅速分布全身，而且体液中水的交换非常快，因此物质代谢释放的能量能在体内迅速均匀分布。所以水是良好的体温调节剂。

2）润滑作用：关节腔的滑液有利于关节的活动；唾液有利于吞咽及咽部湿润；泪液可防止眼球干燥，有利于眼球的转动；胸腔和腹腔液及呼吸道和胃肠道黏液有利于呼吸道和消化道的运转功能，减少摩擦，起到良好的润滑作用。

3）促进物质代谢：水是良好的溶剂，能使物质溶解，加速体内一系列生化反应的进行，有利于营养物质的消化、吸收、运输和代谢产物的排泄。水的介电常数高，易于使溶解于其中的盐类解离，这为机体提供了各种生理上必需的重要离子。水还直接参加许多化学反应如水解、水化、脱水和氧化等，促进物质代谢。

4）维持组织的形态和功能：体内的水除了以自由水的形式分布在体液中，还有相当大一部分水是以结合水的形式存在，与蛋白质、多糖、磷脂等结合。结合水与具有流

动性的水的性质完全不同，它参与构成细胞原生质的特殊成分，以保证一些组织具有独特的生理功能。例如，心肌含有79%的水，主要是结合水，可使心脏具有一定坚实的形态，保证心脏能有力地搏动。

（2）人体水的来源：正常成人每日需要水的总量为2 000 ~ 2 500 mL。其主要来源有：

1）通过消化道摄入的水：摄入的水量有很大的个体差异，受多种因素的影响，如季节、生活习惯、食物种类和数量、劳动强度等的影响。通过消化道摄入的水有两种形式：①饮料（茶、汤等流质）：成人每日以饮料形式摄入的水量为1 000 ~ 1 500 mL。②食物水：成人每日摄入量约为700 mL。

2）代谢水（内生水）：糖、脂肪和蛋白质等营养物质在代谢过程中经过氧化生成水，在一般情况下，每日体内生成的代谢水约为300 mL。在体内每100 kcal（418 kJ）能量的产生约伴有10 mL水的生成，所以如果每日产生3 000 kcal（12 540 kJ）能量，则生成300 mL的水。

（3）水的排出：成人每日排出的水量为2 000 ~ 2 500 mL。体内水的去路有：

1）通过肾排出：通过肾排出是水的主要排出途径，对体内水的平衡起着主要的调节作用。一般成人每日排出的尿量为1 000 ~ 1 500 mL，成人每日排出的最低尿量为500 mL，否则便难以将代谢产物排出体外，从而导致代谢产物在体内堆积。因此，每日尿量小于500 mL为少尿。

2）通过皮肤蒸发：在正常情况下，每日由皮肤蒸发的水分约为500 mL，称隐性出汗，此时主要是排出水，无机盐含量很少，可认为是接近于单纯水。另一种为显性出汗，它通过皮肤汗腺排出水分，除排出水以外，还排出无机盐，如Na^+、Cl^-和K^+等，所以，出汗过多时，还应注意补充相应的无机盐。

3）通过肺呼出：肺呼吸伴有气体交换，要排出部分水分，成人每日约300 mL。

4）通过粪便排出：正常成人粪便含水分很少，每日由粪便排出的水分约150 mL。

正常人体内的水维持着动态平衡，摄入的水量与排出的水量应保持相等（表3－11）。

表3－11　正常成人每日水的进出量（mL）

来源	数量	排出途径	数量
饮料	1 000 ~ 1 500	肾排出	1 000 ~ 1 500
食物水	700	皮肤排出	500
内生水	300	肺呼出	350
		粪便排出	150
合计	2 000 ~ 2 500	合计	2 000 ~ 2 500

临床工作中，对于需要补充液体的患者，在计算他们补充液体量时，应根据每日排出的水量（2 000 ~ 2 500 mL）为原则。当患者由于某些疾病原因使其不能耐受如此大量的液体时，可适当减少补水量，但应该以保证每日最低排出的水量不低于1 200 ~

1 500 mL（尿量500 mL、汗液500 mL、肺呼出300 mL、粪便排出150 mL，除去代谢水300 mL）为原则，补充所需的水量。

2. 膳食纤维

（1）膳食纤维的定义：膳食纤维是指不被人体肠道内消化酶消化吸收，但能被大肠内的某些微小物部分酵解和利用的一类非淀粉多糖类物质及木质素组成。

膳食纤维的定义有两种：一种是从生理学角度将膳食纤维定义为哺乳动物消化系统内未被消化的植物细胞的残存物，包括纤维素、半纤维素、果胶、树胶、抗性淀粉和木质素等；另一种是从化学角度将膳食纤维定义为植物的非淀粉多糖和木质素等。

膳食纤维按溶解度分类可分为可溶性膳食纤维和不溶性膳食纤维。可溶性膳食纤维包括树胶、果胶、藻胶、豆胶等，不溶性膳食纤维包括纤维素、木质素等。

（2）膳食纤维的主要特性：

1）吸水作用：能增加粪便的体积和重量，加快肠胃蠕动促使排便。

2）黏滞作用：有一定的黏度，可形成胶质效应。

3）结合作用（有机化合物）。

4）阳离子交换作用。

5）细菌发酵作用。

（3）主要生理功能：

1）有利于食物的消化过程：膳食纤维促进双歧杆菌的发酵，改善消化吸收功能。

2）降低血清胆固醇，预防冠心病：膳食纤维可以和胆酸结合，生成胆红素随粪便排出。

3）预防胆结石形成。

4）促进结肠功能，预防结肠癌：减少憩室病与痔疮和其他肛门疾病的发生。减少便秘和刺激性肠道综合征。研究表明，结肠癌的发病率与食物中的肉类、脂肪、蛋类和总能量呈正相关，与谷类和豆类呈负相关。

5）防止能量摄入过剩和预防肥胖。

6）减少龋齿和牙周病的发生。

7）维持血糖正常，预防治疗糖尿病：膳食纤维可以增加胃肠通过时间，且吸水后体积增加并有一定黏度，延缓了葡萄糖的吸收，有助于改善糖耐量。

（4）膳食纤维的供给量及主要食物来源：

1）膳食纤维的主要食物来源：膳食纤维含于谷、薯、豆类及蔬菜、水果等植物性食物中。植物成熟度越高其纤维含量也就越多，谷类加工越精细则所含膳食纤维就越少。

2）富含膳食纤维的食品：①粗粮：燕麦、荞麦、玉米渣、绿豆等。②蔬菜：如芹菜、韭菜、白菜、萝卜等。③菌藻类：如木耳、蘑菇、海带、紫菜等。④水果类。⑤魔芋、琼脂等。

3. 膳食纤维的适宜摄入量　美国防癌协会推荐标准为每人每日30～40 g，欧洲共同体食品科学委员会推荐标准为每人每日30 g。中国营养学会提出的不同能量摄取者膳食纤维的推荐摄入量：低能量每人每日24.13 g，中能量每人每日29.36 g，高能量每人每日34.5 g。

二、合理营养

合理营养是指全面而均衡的营养，即每日膳食中各种营养素种类齐全、数量充足、相互之间的比例适当。

(一) 合理营养的基本要求

(1) 满足机体能量和各种营养素的需要，提供的营养素与机体的需要量保持平衡，且营养素之间比例适当。

(2) 食物多样化，合理加工烹调，减少营养素的损失，提高消化吸收率，并具有良好的色、香、味。

(3) 食物无毒、无害，不得含有病原微生物，不得腐败变质，无农药及其他有害化学物质污染，食品添加剂符合规定的要求。

(4) 合理的膳食制度，舒适、安静、卫生的饮食环境。

(二) 中国居民膳食指南

为了给居民提供最基本、科学的健康膳食信息，卫生部委托中国营养学会组织专家编写了《中国居民膳食指南》。指南共分两部分。

1. 第一部分：一般人群膳食指南（适用于6岁以上人群）

(1) 食物多样，谷类为主，粗细搭配：人类的食物是多种多样的，各种食物所含的营养成分不完全相同，每种食物都至少可提供一种营养物质。平衡膳食必须由多种食物组成，才能满足人体各种营养需求，达到合理营养、促进健康的目的。

谷类食物是中国传统膳食的主体，是人体能量的主要来源。谷类包括米、面、杂粮，主要提供碳水化合物、蛋白质、膳食纤维及B族维生素。坚持谷类为主是为了保持我国膳食的良好传统，避免高能量、高脂肪和低碳水化合物膳食的弊端。另外要注意粗细搭配，没有不好的食物，只有不合理的膳食，关键在于平衡。稻米、小麦不要研磨得太精，以免所含维生素、矿物质和膳食纤维流失。

(2) 多吃蔬菜、水果和薯类：新鲜蔬菜、水果是人类平衡膳食的重要组成部分，也是我国传统膳食重要特点之一。蔬菜、水果能量低，是维生素、矿物质、膳食纤维和植物化学物质的重要来源。薯类含有丰富的淀粉、膳食纤维、多种维生素和矿物质。富含蔬菜、水果和薯类的膳食对保持身体健康，维持肠道正常功能，提高免疫力，降低患肥胖、糖尿病、高血压等慢性疾病风险具有重要作用。

(3) 每日吃奶类、大豆或其制品：奶类营养成分齐全，组成比例适宜，容易消化吸收。奶类除含丰富的优质蛋白质和维生素外，含钙量较高，且利用率也很高，是膳食钙质的极好来源。各年龄人群适当多饮奶有利于骨健康，建议每人平均每日饮奶300 mL。饮奶量多或有高血脂和超重肥胖倾向者应选择低脂、脱脂奶。

大豆含丰富的优质蛋白质、必需脂肪酸、多种维生素和膳食纤维，且含有磷脂、低聚糖，以及异黄酮、植物固醇等多种植物化学物质。应适当多吃大豆及其制品，建议每人每日摄入30～50 g大豆或相当量的豆制品。

(4) 常吃适量的鱼、禽、蛋和瘦肉　鱼、禽、蛋和瘦肉均属于动物性食物，是人类优质蛋白、脂类、脂溶性维生素、B族维生素和矿物质的良好来源，是平衡膳食的重

要组成部分。瘦畜肉铁含量高，且利用率也高；鱼类脂肪含量一般较低，含有较多的多不饱和脂肪酸；禽肉脂肪含量也较低，不饱和脂肪酸含量较高；蛋类富含优质蛋白质，各种营养成分比较齐全，是很经济的优质蛋白质来源。

目前我国相当一部分城市和多数农村居民平均吃动物性食物的量还不够，还应适当增加。但动物性食物一般都含有一定量的饱和脂肪和胆固醇，摄入过多可能增加患心血管疾病的危险性。

（5）减少烹调油用量，吃清淡少盐膳食：脂肪是人体能量的重要来源之一，并可提供必需脂肪酸，有利于脂溶性维生素的消化吸收，但是脂肪摄入过多是引起肥胖、高血脂、动脉粥样硬化等多种慢性疾病的危险因素之一。膳食盐的摄入量过高与高血压的患病率密切相关。食用油和食盐摄入过多是我国城乡居民共同存在的营养问题。为此，我国居民应养成吃清淡少盐膳食的习惯，即膳食不要太油腻，不要太咸，不要摄食过多的动物性食物和油炸、烟熏、腌制食物。

（6）食不过量，天天运动，保持健康体重：进食量和运动是保持健康体重的两个主要因素，食物提供人体能量，运动消耗能量。如果进食量过大而运动量不足，多余的能量就会在体内以脂肪的形式积存下来，增加体重，造成超重或肥胖；相反，若食量不足，可由于能量不足引起体重过低或消瘦。正常生理状态下，食欲可以有效控制进食量，不过有些人食欲调节不敏感，满足食欲的进食量常常超过实际需要。食不过量对他们意味着少吃几口，不要每顿饭都吃到十成饱。由于生活方式的改变，人们的身体活动减少，目前我国大多数成人体力活动不足或缺乏体育锻炼，应改变久坐少动的不良生活方式，养成天天运动的习惯，坚持每日多做一些消耗能量的活动。

（7）三餐分配要合理，零食要适当：合理安排一日三餐的时间及食量，进餐定时定量。一日三餐的能量分配应为：早餐占30%，午餐占40%，晚餐占30%，可根据职业、劳动强度和生活习惯进行适当调整。一般情况下，早餐安排在6：30—8：30，午餐在11：30—13：30，晚餐在18：00—20：00进行为宜。要天天吃早餐并保证其营养充足，午餐要吃好，晚餐要适量。不暴饮暴食，不经常在外就餐，尽可能与家人共同进餐，并营造轻松愉快的就餐氛围。零食作为一日三餐之外的营养补充，可以合理选用，但来自零食的能量应计入全天能量摄入之中。

（8）每天足量饮水，合理选择饮料：水是膳食的重要组成部分，是一切生命必需的物质，在生命活动中发挥着重要功能。体内水的来源有饮水、食物中含的水和体内代谢产生的水。水的排出主要通过肾脏，以尿液的形式排出；其次是经肺呼出，经皮肤和随粪便排出。进入体内的水和排出来的水基本相等，处于动态平衡。饮水不足或过多都会对人体健康带来危害。饮水应少量多次，要主动，不要感到口渴时再喝水。一般情况下，饮水最好选择白开水。

饮料多种多样，需要合理选择，如乳饮料和纯果汁饮料含有一定量的营养素和有益膳食成分，适量饮用可以作为膳食的补充。有些饮料添加了一定的矿物质和维生素，适合热天户外活动和运动后饮用。有些饮料只含糖和香精香料，营养价值不高。有些人尤其是儿童青少年，每日饮大量含糖的饮料代替饮水，是一种不健康的习惯，应当改正。

（9）饮酒应限量：在节假日、喜庆和交际的场合，人们饮酒是一种习俗。高度酒

含能量高，白酒基本上是纯能量食物，不含其他营养素。无节制的饮酒，会使食欲下降，食物摄入量减少，以致发生多种营养素缺乏、急慢性酒精中毒、酒精性脂肪肝，严重时还会造成酒精性肝硬化。过量饮酒还会增加患高血压、中风等疾病的危险；并可导致事故及暴力的增加，对个人健康和社会安定都是有害的，应该严禁酗酒。另外饮酒还会增加患某些癌症的危险。若饮酒尽可能饮用低度酒，并控制在适当的限量以下，建议成年男性每日饮用酒的酒精量不超过 25 g，成年女性 1 日饮用酒的酒精量不超过 15 g。孕妇和儿童青少年应忌酒。

（10）吃新鲜卫生的食物：食物放置时间过长就会引起变质，可能产生对人体有毒有害的物质。另外，食物中还可能含有或混入各种有害因素，如致病微生物、寄生虫和有毒化学物等。吃新鲜卫生的食物是防止食源性疾病、实现食品安全的根本措施。正确采购食物是保证食物新鲜卫生的第一关。烟熏食品及有些加色食品可能含有苯并（a）芘或亚硝酸盐等有害成分，不宜多吃。食物合理储藏可以保持新鲜，避免受到污染。高温加热能杀灭食物中大部分微生物，延长保存时间；冷藏温度常为 4 ~ 8 ℃，只适于短期储藏；而冻藏温度低达 -12 ~ -23 ℃，可保持食物新鲜，适于长期储藏。烹调加工过程是保证食物卫生安全的一个重要环节。需要注意保持良好的个人卫生及食物加工环境和用具的洁净，避免食物烹调时的交叉污染。食物腌制要注意加足食盐，避免高温环境。有一些动物或植物性食物含有天然毒素，为了避免误食中毒，一方面需要学会鉴别这些食物，另一方面应了解对不同食物去除毒素的具体方法。

2. 第二部分：特定人群膳食指南　特定人群包括孕妇、哺乳期妇女、婴幼儿、学龄前儿童、青少年及老人，根据这些人群的生理特点和营养需要特制定了相应的膳食指南，以期更好地指导孕期和哺乳期妇女的膳食，婴幼儿合理喂养和辅助食品的科学添加，学龄前儿童和青少年在身体快速增长时期的饮食，以及适应老人生理和营养需要变化的膳食安排，达到提高健康水平和生命质量的目的。

（1）中国孕期妇女和哺乳期妇女膳食指南：

1）孕前期妇女膳食指南：①多摄入富含叶酸的食物或补充叶酸。②常吃含铁丰富的食物。③保证摄入加碘食盐，适当增加海产品的摄入。④戒烟禁酒。

2）孕早期妇女膳食指南：①膳食清淡、适口。②少量多餐。③保证摄入足量富含碳水化合物的食物。④多摄入富含叶酸的食物并补充叶酸。⑤戒烟禁酒。

3）孕中、末期妇女膳食指南：①适当增加鱼、禽、蛋、瘦肉、海产品的摄入量。②适当增加奶类的摄入。③常吃含铁丰富的食物。④适量身体活动，维持体重的适宜增长。⑤戒烟禁酒，少吃刺激性食物。

4）中国哺乳期妇女膳食指南：①增加鱼、禽、蛋、瘦肉及海产品摄入。②适当增饮奶类，多喝汤水。③产褥期食物多样，不过量。④忌烟酒，避免喝浓茶和咖啡。⑤科学活动和锻炼，保持健康体重。

（2）中国婴幼儿、学龄前儿童及青少年膳食指南：

1）0 ~ 6 个月婴儿喂养指南：①纯母乳喂养。②产后尽早开奶，初乳营养最好。③尽早抱婴儿到户外活动或适当补充维生素 D。④给新生儿和 1 ~ 6 个月婴儿及时补充适量维生素 K。⑤不能用纯母乳喂养时，宜首选婴儿配方食品喂养。⑥定期监测生长发育状况。

2）中国儿童青少年膳食指南：①三餐定时定量，保证吃好早餐，避免盲目节食。②吃富含铁和维生素 C 的食物。③每日进行充足的户外运动。④不抽烟、不饮酒。

（3）中国老人膳食指南：①食物要粗细搭配，松软，易于消化吸收。②合理安排饮食，提高生活质量。③重视预防营养不良和贫血。④多做户外活动，维持健康体重。

（三）中国居民平衡膳食宝塔

为了帮助一般人群在日常生活中实践《中国居民膳食指南》的主要内容，营养专家委员会进一步提出了食物定量指导方案，并以宝塔图形表示，直观展示每日应摄入的食物种类、合理数量及适宜的身体活动量，也就是说它告诉一般人群每日应吃食物的种类及相应的数量，对合理调配平衡膳食进行具体指导，故称之为“中国居民平衡膳食宝塔”。“中国居民平衡膳食宝塔”是结合中国居民的膳食实际情况，把平衡膳食的原则转化成各类食物的重量而修订的，为居民合理调配膳食提供了可操作性指导。

1. 中国居民平衡膳食宝塔说明

（1）膳食宝塔结构：膳食宝塔共分五层（图 3－1），包含我们每日应吃的主要食物种类。膳食宝塔各层位置和面积不同，这在一定程度上反映出各类食物在膳食中的地位和应占的比重。

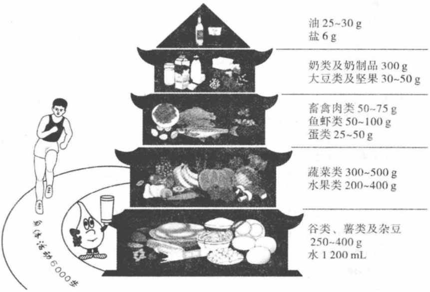


图 3－1 中国居民平衡膳食宝塔

1）第一层（底层）：谷类、薯类、杂豆类食物和水。谷类包括小麦面粉、大米、玉米、高粱等及其制品；薯类包括红薯、马铃薯等；杂豆包括除大豆以外的其他干豆，如红小豆、绿豆、芸豆等。谷类、薯类及杂豆类食物的选择应注意多样化，粗细搭配，适量选择的原则。每日摄入 250～400 g。

水是膳食的重要组成部分，是一切生命必需的物质，其需要量主要受年龄、环境温度、身体活动等因素影响。在温和气候条件下生活的轻体力活动成人每日至少饮水

1 200 mL（约 6 杯）；在高温或强体力劳动条件下应适当增加。饮水不足或过多都会对人体健康带来危害。饮水应少量多次，要主动，不应感到口渴时再喝水。

2）第二层：蔬菜、水果类。蔬菜每日建议 300 ~ 500 g，水果建议每日吃新鲜水果 200 ~ 400 g，并注意增加薯类的摄入。

3）第三层：肉类、水产品类、蛋类。肉类每日摄入 50 ~ 75 g，水产品建议每日摄入 50 ~ 100 g，蛋类建议每日摄入 25 ~ 50 g（相当于半个或 1 个鸡蛋）

4）第四层：奶类及大豆坚果类。奶类建议每日摄入 300 g 的液态奶，建议每日摄入 30 ~ 50 g 大豆，其中包括 5 ~ 10 g 坚果类食物。坚果类食物可以选择花生、瓜子、核桃、杏仁、榛子。

5）第五层（顶层）：烹调油、盐类。建议每日摄入烹调油为 25 ~ 30 g，食盐每日不超过 6 g。

宝塔没有建议食糖的摄入量。因为我国居民现在平均吃食糖的量还不多，但多吃糖有增加龋齿的危险，尤其是儿童、青少年不应吃太多的糖和含糖食品。

（2）膳食宝塔建议的食物摄入量：膳食宝塔建议的各类食物摄入量都是指食物可食部分的生重。各类食物的重量不是指某一种具体食物的重量，而是一类食物的总量，因此在选择具体食物时，实际重量可以在互换表中查询。应用膳食宝塔可把营养和美味结合起来，按照同类互换、多种多样的原则调配一日三餐。同类互换就是以粮换粮、以豆换豆、以肉换肉。膳食宝塔中所标示的各类食物的建议量的下限为能量水平 1 800 kcal（7 524 kJ）的建议量，上限为能量水平 2 600 kcal（10 868 kJ）的建议量。

1）谷类、薯类及杂豆：适量选择一些全谷类制品、其他谷类、杂豆及薯类，每 100 g 玉米糁和全麦粉所含的膳食纤维比精面粉分别多 10 g 和 6 g，因此建议每次摄入 50 ~ 100 g 粗粮或全谷类制品，每周 5 ~ 7 次。

2）蔬菜：蔬菜包括嫩茎、叶、花菜类、根菜类、鲜豆类、茄果、瓜菜类、葱蒜类及菌藻类。深色蔬菜是指深绿色、深黄色、紫色、红色等颜色深的蔬菜，一般含维生素和植物化学物质比较丰富，因此在每日建议的 300 ~ 500 g 新鲜蔬菜中，深色蔬菜最好占一半以上。

3）水果：在鲜果供应不足时可选择一些含糖量低的纯果汁或干果制品。蔬菜和水果各有优势，不能完全相互替代。

4）肉类：肉类包括猪肉、牛肉、羊肉、禽肉及动物内脏。目前我国居民的肉类摄入以猪肉为主，但猪肉含脂肪较高，应尽量选择瘦畜肉或禽肉。动物内脏有一定的营养价值，但因胆固醇含量较高，不宜过多食用。

5）水产品类：水产品包括鱼类、甲壳类和软体类动物性食物，其特点是脂肪含量低，蛋白质丰富且易于消化，是优质蛋白质的良好来源。

6）蛋类：蛋类包括鸡蛋、鸭蛋、鹅蛋、鹌鹑蛋、鸽蛋及其加工制成的咸蛋、松花蛋等，营养价值较高。

7）奶类：奶类有牛奶、羊奶和马奶等，最常见的为牛奶。奶制品包括奶粉、酸奶、奶酪等，不包括奶油、黄油。建议量相当于液态奶 300 g、酸奶 360 g、奶粉 45 g，有条件可以多吃一些。

婴幼儿要尽可能选用符合国家标准的配方奶。饮奶多者、中老年人、超重者和肥胖者建议选择脱脂或低脂奶。乳糖不耐受的人群可以选择酸奶或低乳糖奶及奶制品。

8）大豆及坚果类：大豆包括黄豆、黑豆、青豆，其常见的制品包括豆腐、豆浆、豆腐干及千张等。以提供蛋白质的量计算，40 g 干豆相当于 80 g 豆腐干，120 g 北豆腐，240 g 南豆腐，650 g 豆浆。坚果的蛋白质与大豆相似，有条件的居民可吃 5 ~ 10 g 坚果替代相应量的大豆。

9）烹调油：烹调油包括各种烹调用的动物油和植物油，植物油包括花生油、豆油、菜籽油、芝麻油、调和油等，动物油包括猪油、牛油、黄油等。烹调油应多样化，应经常更换种类，食用多种植物油，尽量少食用动物油。

10）食盐：一般 20 mL 酱油中含 3 g 食盐，10 g 黄酱中含盐 1.5 g，如果菜肴需要用酱油和酱类，应按比例减少食盐用量。

2. 中国居民平衡膳食宝塔的应用

（1）确定适合自己的能量水平：膳食宝塔中建议的每人每日各类食物适宜摄入量范围适用于一般健康成人，在实际应用时要根据个人年龄、性别、身高、体重、劳动强度、季节等情况适当调整。年轻人，身体活动强度大的人需要的能量高，应适当多吃些主食；年老、活动少的人需要的能量少，可少吃些主食。能量是决定食物摄入量的首要因素，一般来说，人们的进食量可自动调节，当一个人的食欲得到满足时，对能量的需要也就会得到满足。但由于人们膳食中脂肪摄入的增加和日常身体活动减少，许多人目前的能量摄入超过了自身的实际需要。对于正常成人，体重是判定能量平衡的最好指标，每个人应根据自身的体重及变化适当调整食物的摄入，主要应调整的是含能量较多的食物。

中国成人平均能量摄入水平是根据 2002 年中国居民营养与健康状况调查的结果进行适当修正形成的。它可以作为消费者选择能量摄入水平的参考。在实际应用时每个人要根据自己的生理状态、生活特点、身体活动程度及体重情况进行调整。

（2）根据自己的能量水平确定食物需要：膳食宝塔建议的每人每日各类食物适宜摄入量范围适用于一般健康成人，按照 7 个能量水平分别建议了 10 类食物的摄入量，应用时要根据自身的能量需要进行选择。建议量均为食物可食部分的生重量。

膳食宝塔建议的各类食物摄入量是一个平均值。每日膳食中应尽量包含膳食宝塔中的各类食物。但无须每日都严格照着膳食宝塔建议的各类食物的量吃，例如，烧鱼比较麻烦，就不一定每日都吃 50 ~ 100 g 鱼，可以改成每周吃 2 ~ 3 次鱼、每次 150 ~ 200 g 较为切实可行。实际上平日喜欢吃鱼的多吃些鱼、愿吃鸡的多吃些鸡都无妨碍，重要的是一定要经常遵循膳食宝塔各层中各类食物的大体比例。在一段时间内，比如一周，各类食物摄入量的平均值应当符合膳食宝塔的建议量。

（3）食物同类互换，调配丰富多彩的膳食：人们吃多种多样的食物不仅是为了获得均衡的营养，也是为了使饮食更加丰富多彩，以满足人们的口味享受。假如人们每日都吃同样的 50 g 肉、40 g 豆，难免久食生厌，那么合理营养也就无从谈起了。膳食宝塔包含的每一类食物中都有许多品种，虽然每种食物都与另一种不完全相同，但同一类中各种食物所含营养成分往往大体上近似，在膳食中可以互相替换。

应用膳食宝塔可把营养与美味结合起来，按照同类互换、多种多样的原则调配一日

三餐。同类互换就是以粮换粮、以豆换豆、以肉换肉。例如，大米可与面粉或杂粮互换，馒头可与相应量的面条、烙饼、面包等互换；大豆可与相当量的豆制品互换；瘦猪肉可与等量的鸡、鸭、牛、羊、兔肉互换；鱼可与虾、蟹等水产品互换；牛奶可与羊奶、酸奶、奶粉或奶酪等互换。

多种多样就是选用品种、形态、颜色、口感多样的食物和变换烹调方法。例如，每日吃 40 g 豆类及豆制品，掌握了同类互换多种多样的原则就可以变换出多种吃法，可以全量互换，即全换成相当量的豆浆或豆干，今天喝豆浆、明天吃豆干；也可以分量互换，如 1/3 换豆浆、1/3 换腐竹、1/3 换豆腐。早餐喝豆浆，中餐吃凉拌腐竹，晚餐再喝碗酸辣豆腐汤。表 3－12～表 3－15 分别列举了几类常见食物的互换表供参考。

表 3－12　谷类食物互换

（相当于 100 g 米、面的谷类食物）[①]

食物名称	重量（g）	食物名称	重量（g）
大米、糯米、小米	100	烧饼	140
富强粉、标准粉	100	烙饼	150
玉米粉、玉米糁	100	馒头、花卷	160
挂面	100	窝头	140
面条（切面）	120	鲜玉米[②]（市品）	750～800
面包	120～140	饼干	100

注：①薯类（也属于谷类食物）包括红薯、马铃薯等可替代部分粮食，约 500 g 相当于 100 g 谷类。

②一个中等大小的鲜老玉米约重 200 g。

表 3－13　豆类食物互换

（相当于 40 g 大豆的豆类食物）

食物名称	重量（g）	食物名称	重量（g）
大豆（黄豆）	40	豆腐干、熏干、豆腐泡	80
腐竹	35	素肝尖、素鸡、素火腿	80
豆粉	40	素什锦	100
青豆、黑豆	40	北豆腐	120～160
膨化豆粕（大豆蛋白）	40	南豆腐	200～240
蚕豆（炸、烤）	50	内酯豆腐	280
五香豆豉、千张、豆腐丝（油）	60	豆奶、酸豆奶	600～640
豌豆、绿豆、芸豆	65	豆浆	640～800
豇豆、红小豆	70		

表3-14 乳类食物互换

（相当于100 g鲜牛奶的奶类食物）

食物名称	重量（g）	食物名称	重量（g）
鲜牛奶	100	酸奶	100
速溶全脂奶粉	13～15	奶酪	12
速溶脱脂奶粉	13～15	奶片	25
蒸发淡奶	50	乳饮料	300
炼乳（罐头、甜）	40		

表3-15 肉类互换

（相当于100 g生肉的肉类食物）

食物名称	重量（g）	食物名称	重量（g）
瘦猪肉	100	酱牛肉	65
猪肉松	50	牛肉干	45
叉烧肉	80	瘦羊肉	100
香肠	85	酱羊肉	80
大腊肠	160	兔肉	100
蛋清肠	160	鸡肉	100
大肉肠	170	鸡翅	160
小红肠	170	白条鸡	150
小泥肠	180	鸭肉	100
猪排骨	100	盐水鸭	110

（4）要因地制宜充分利用当地资源：我国幅员辽阔，各地的饮食习惯及物产不尽相同，只有因地制宜充分利用当地资源才能有效地应用膳食宝塔。例如，牧区奶类资源丰富，可适当提高奶类摄入量；渔区可适当提高鱼及其他水产品摄入量；农村山区则可利用山羊奶，以及花生、瓜子、核桃、榛子等资源。在某些情况下，由于地域、经济或物产所限无法采用同类互换时，也可以暂用豆类代替奶类、肉类；或用蛋类代替鱼、肉；不得已时也可用花生、瓜子、榛子、核桃等坚果代替大豆或肉、鱼、奶等动物性食物。

（5）要养成习惯，长期坚持：膳食对健康的影响是长期的结果。应用平衡膳食宝塔需要自幼养成习惯，并坚持不懈，才能充分体现其对健康的重大促进作用。

（四）人群营养状况调查与评价

营养调查是全面了解和掌握社会各人群或个体某一时间断面营养状况的基本方法。其目的是通过调查：①发现居民膳食中存在的问题，为设计合理的膳食方案和改善人们

营养状况提供依据。②为诊断、治疗和预防营养失衡所引起的疾病提供依据；为修订全国营养素供给量标准提供依据。

营养调查是一项比较复杂的工作，不仅要有科学的态度，而且要有科学的方法。在调查开始前应做好充分、周密的准备工作：制订详细的调查计划，明确调查目的和调查对象，确定调查内容和方法，设计调查表格，确定和培训调查人员。

1. 营养调查　全面营养调查的内容包括三个部分，即膳食调查、体格检查和生化检查。

（1）膳食调查：是营养调查工作中的一个基本组成部分，是通过计算每人每日从膳食中摄取的能量和各种营养素与供给量标准进行比较，来评价机体正常营养需要的满足程度，调查结果可作为指导人群合理膳食的主要依据。膳食调查的主要内容一般包括：膳食中所含的能量和各种营养素；全天食物分配及用膳时间；烹调方法和饮食卫生状况等。膳食调查通常采用以下三种方法。

1）询问法：是根据被调查对象提供的膳食组成情况，对其膳食营养状况进行估计评价的一种方法。询问法一般调查 4～7 d，通过询问并记录被调查者每日 24 h 内摄取各种主、副食物量的情况，计算出平均每日能量和营养素的摄入量并与供给量标准进行比较。这种方法简便易行，但不够准确。具体步骤如下。

a. 首先为取得调查对象的理解和支持，询问前应详细说明调查的目的、意义和方法。

b. 接着询问摄取的食物种类和数量，并将结果详细填入“食物摄取记录表”（表 3－16）。

表 3－16　食物摄取记录

日期	餐别	饭菜名称	食物名称	原食物使用量（g）	废弃量（g）	净摄入量（g）

填表人签名：

c. 将调查期间所吃的同类食物相加，除以调查天数，即得到平均每日各类食物的进食量，填入“每人每日营养素摄取量计算表”（表 3－17）。

d. 按照“食物一般营养成分表”计算出各种营养素的量，即得到每人每日营养素的摄取量，然后与供给量标准进行比较，评价膳食状况。

表 3-17 每人每日营养素摄取量计算

类别	食物名称	重量(g)	蛋白质(g)	脂肪(g)	糖(g)	能量(kcal)	钙(mg)	磷(mg)	铁(mg)	维生素 A(μg)	胡萝卜素(mg)	维生素 B_1(mg)	维生素 B_2(mg)	维生素 PP(mg)	维生素 C(mg)

填表人签名：

2）称重法：是通过对被调查对象在调查期间所消耗的全部食物进行称量，来评价其膳食营养状况的一种方法。一般调查4～7 d，调查时包括对所吃各种主、副食物的生重、熟重和每餐剩余食物的量进行准确称量，详细记录（表3-18），并统计每餐用餐人数，从而计算出每人每日平均摄入生食物的重量。这种调查方法比较准确，符合实际，但缺点是费时间、费精力。具体调查步骤如下。

表 3-18 食物消耗记录

日期	餐别	食物名称	生重(g)	熟重(g)	生熟比	熟食剩余量(g)	实际消耗量		就餐人数
							熟重(g)	生重(g)	
	早餐								
	中餐								
	晚餐								

填表人签名：

a. 称重：称量每餐烹调前生食的重量、烹调后熟食的重量和用餐后剩余熟食的重量。

b. 计算实际消耗熟食的重量：

实际消耗熟食的重量＝烹调后熟食的重量－用餐后剩余熟食的重量

c. 计算生熟折合率（生熟比）：

生熟比＝烹调后熟食的重量/烹调前生食的重量

d. 计算实际消耗生食的重量：

实际消耗生食的重量＝实际消耗熟食的重量/生熟比

e. 计算每人每日平均消耗生食的重量：

每人每日平均消耗生食的重量＝每日实际消耗生食的重量/总人口数

f. 根据食物营养成分表计算每人每日平均摄入各种营养素的量，并与供给量标准进行比较，进行膳食评价。

3）记账法：是指对建立伙食账目的集体食堂，通过查阅或记录一定时期内食物消耗的种类和数量，计算出平均每人每日各种食物的消耗量，按照食物营养成分表推算出每人每日摄取的能量和各种营养素的量，来评价膳食营养状况的一种方法。此法简便快捷，省时省力，但不够精确。为减少误差，记账法一般调查 1 个月。具体调查步骤：①查阅、登记食物消耗量。②计算各种食物营养素含量。③计算平均每人每日营养素摄取量。④与供给量标准比较，进行膳食评价。

（五）体格检查

体格检查主要是检查机体生长发育指标是否正常，以及有无营养缺乏病和与营养过剩有关的肥胖等疾病问题。

1. 生长发育指标　主要包括身高、体重和皮褶厚度。

（1）身高和体重：可使用身高体重计测量。评价机体营养状况及肥胖程度最常用的方法是计算体重指数（BMI）。

$$BMI = 体重\ (kg)\ /身高\ (m)^2$$

东方成人的标准：BMI 18.5～22.99 为正常；BMI 17～18.4 为轻度消瘦；BMI 16～16.9 为中度消瘦；BMI＜16 为重度消瘦；BMI 23～24.99 为超重；BMI＞25 为肥胖。

（2）皮褶厚度：是用于评价体内脂肪含量的一种方法，采用皮脂计测量皮褶厚度。三头肌部位（左上臂背侧中点上约 2 cm 处）是测量皮褶厚度最常用的部位，适用于各年龄组。

成人三头肌皮褶厚度参考标准值：男 12.5 cm，女 16.5 cm。评价标准见表 3－19。

表 3－19　三头肌皮褶厚度评价标准

营养状况	相当于正常标准值的百分比
正常	＞90%
轻度营养不良	80%～90%
中度营养不良	60%～80%
重度营养不良	＜60%

（六）生化检验

机体营养不良的发生需要一定的时间，才能出现明显的临床表现，而在亚临床状态单凭临床检查是不行的，只有借助于生化检查才能做出判断，并且能比较客观地反映出机体营养缺乏的程度。同时，营养缺乏病的诊断或鉴别诊断也常常离不开生化检测。我国常用的人体营养水平鉴定生化检验参考指标及数值见表 3－20。

表3-20　人体营养水平鉴定生化检验参考指标及临界值

项目	生化检验参考指标
蛋白质	1. 血清总蛋白 >60 g/L
	2. 血清白蛋白 >36 g/L
	3. 血清球蛋白 >13 g/L
	4. 清蛋白/球蛋白（A/G）（1.5~2.5）:1
	5. 空腹血中氨基酸总量/必需氨基酸量 >2
	6. 血液相对密度 >1.015
	7. 尿羟脯氨酸系数 >2.0~2.5 mmol/L
	8. 游离氨基酸 40~60 mg/L
	9. 每日必然丢失氮（ONL）：男 58 mg/kg，女 55 mg/kg
血脂	1. 总脂 4 500~7 000 mg/L
	2. 甘油三酯 200~1 100 mg/L
	3. α-脂蛋白 30%~40%
	4. β-脂蛋白 60%~70%
	5. 胆固醇 1 100~2 000 mg/L
	6. 游离脂酸 0.2~0.6 mmol/L
	7. 血酮 <20 mg/L
钙、磷、维生素D	1. 血清钙 90~110 mg/L（其中游离钙 45~55 mg/L）
	2. 血清无机磷：儿童 40~60 mg/L，成人 30~50 mg/L
	3. 血清钙磷乘积 >30~40
	4. 血清碱性磷酸酶（对硝基连续测量法）：成人 20~110 u/L，儿童 500 u/L
	5. 血浆 25-OH-D_3（25 羟基维生素 D_3）　10~30 μg/L
	6. 1，25-OH-D_3　30~60 μg/L
铁	1. 全血血红蛋白浓度（g/L）：成人男性 >130，成人女性 >120，儿童 >120，小儿及孕妇 >110
	2. 血清运铁蛋白饱和度：成人 >16%，儿童 >7%~10%
	3. 血清铁蛋白 >10~12 mg/L
	4. 血液红细胞压积（HCT 或 PCV）：男 40%~50%，女 37%~48%
	5. 红细胞游离原卟啉 <70 mg/L
	6. 血清铁 500~1 840 μg/L
	7. 平均红细胞体积 80~90 μm^3

续表

项目	生化检验参考指标			
铁	8. 平均红细胞血红蛋白量 26 ~ 32 μg			
	9. 平均红细胞血红蛋白浓度 34% ±2%			
锌	1. 发锌 125 ~ 250 μg/g（临界缺乏 <110 μg/g，绝对缺乏 <70 μg/g）			
	2. 血浆锌 800 ~ 1 100 μg/L			
	3. 红细胞锌 12 ~ 14 mg/L			
维生素 A	1. 血清视黄醇　儿童 >300 μg/L，成人 >400 μg/L			
	2. 血清胡萝卜素 >800 μg/L			
	24 h 尿	4 h 尿	任意一次尿	血
维生素 B_1	>100	>80	66	TPP 效应（红细胞转酮醇酶活性系数）<16%
维生素 B_2	>120	>800	80	>140
烟酸	>1.5 mg	>2.5 mg	1.6 mg	
维生素 C	>10 mg	>3 mg	10 mg	3 mg/L
叶酸				0.16
其他	尿糖（ - ）；尿蛋白（ - ）；尿肌酐系数：男 23 mg/kg，女 17 mg/kg；全血丙酮酸 4 ~ 12.3 mg/L			

2. 营养状况评价　根据膳食调查、体格检查和生化检验三个方面的结果，就可以对被调查对象的营养状况做出全面科学的综合评价。在进行综合评价时，可能会遇到下面四种不同情况。

（1）膳食调查、体格检查和生化检验三个方面结果一致。有两种情况：①机体营养素供给正常。②机体营养素缺乏。

（2）膳食调查发现某种营养素供给充足，但体格检查和生化检验表明这种营养素缺乏。这种情况可能是由于：①消化系统疾病引起的营养素吸收障碍，或肾脏疾病导致营养素排出过多。②调查前机体营养素已经长期缺乏，而在调查时膳食已经得到改善。③烹调方法不当造成营养素破坏，机体实际摄入水平低下。

（3）膳食调查发现某种营养素供给正常，生化检验指标正常，但有临床缺乏症状或体征。造成这种情况的原因有：①处于营养素缺乏的恢复期，缺乏症状的消失需要较长的时间。②其他疾病引起的类似营养缺乏的症状或体征，应注意鉴别诊断。

（4）膳食调查发现某种营养素供给不足，生化检验指标提示营养缺乏，但没有临床缺乏症状。此种情况是由于营养素缺乏时间还比较短，机体处于亚临床状态，还没有出现临床症状。应立即进行膳食调配，及时纠正营养缺乏，做到早期预防。

第二节　食品污染

食品污染是指食品从生产、加工、运输、储存和销售到食用的相关环节受到的各种污染。食品污染导致食品安全性、营养性或感官性状发生改变，对人体健康产生危害。

一、食品污染概述

（一）食品污染物

食品污染按污染物的性质可分三类。

1. 生物性污染　主要是由有害微生物及其毒素、寄生虫及其虫卵和昆虫等引起的。主要是细菌及细菌毒素，霉菌及霉菌毒素等；病毒对食品的污染也正引起重视。其中致病性细菌引起的食品污染是最主要的一种污染，如沙门菌、金黄色葡萄球菌、肉毒杆菌及大肠杆菌和李斯特菌等。霉变花生、大豆、谷物等易检出黄曲霉毒素 B。寄生虫及其虫卵，如囊虫、绦虫、蛔虫、肝吸虫、肺吸虫、姜片虫等，通过患者、病畜的粪便或经过环境中转化而污染食品。

2. 化学性污染　主要是生产、生活环境中的污染物；食品容器、包装材料、运输工具等接触食品时溶入食品中的有害物质；食品加工、储存过程中产生的或添加的物质等。例如，农用化学物质（如农药、兽药和植物激素等）、有害金属（如镉、汞、铅、砷等）、其他污染［如苯并（a）芘、N－硝基化合物等］。

3. 物理性污染　包括生产、加工、储存、运输等环节混入的杂质、杂物，以及放射性物质开采、核武器试验、放射性核素排放不当及意外事故导致的放射性物质泄漏等导致的放射性污染。

（二）食品污染的主要危害

食品污染后，降低了食品卫生质量，易于引起人体健康损害。食品污染的主要危害可以归结为：

1. 影响食品的感官性状　被污染的食品有时会散发不好的气味等。

2. 引起传染病及寄生虫病　食品被致病菌、病毒、寄生虫和虫卵污染，可引起各种肠道传染病及寄生虫病，如伤寒、细菌性痢疾、病毒性肝炎、蛔虫病、肝吸虫病等。

3. 造成急性食物中毒　食品被细菌、真菌，以及各种有毒、有害物质污染，可引起食物中毒。

4. 引起机体的慢性危害　长期摄入含少量化学毒物的食品，可对机体造成各种慢性损害，如水俣病、痛痛病等。

5. 远期损害　食品中的一些污染物，可有致畸、致突变和致癌作用。例如，黄曲霉毒素、N－亚硝基化合物、多环芳烃类、砷等均可致癌；少数食品中的污染物如甲基汞，可致胎儿畸形。

二、微生物污染

（一）常见的食品细菌

细菌普遍存在于自然界中。具有丰富营养物质的食品，是细菌生长繁殖的良好培养基，在温度、水分及其他条件适宜的情况下，污染到食品中的细菌就会迅速增殖。食品内蓄积大量的细菌及其代谢产物，既损坏食品质量，又危害人体健康。食品中常见的细菌称食品细菌，包括致病菌、条件致病菌和非致病菌。

1. 常见的食品细菌菌属

（1）致病菌：指肠道致病菌和致病性球菌，是严重危害人体健康的指标菌，一旦进入人体，可造成食物中毒及慢性危害等。国家卫生标准中明确规定各种食品中不得检出致病菌。目前，食品中经常检验的致病菌有沙门菌属、变型杆菌属、副溶血性弧菌、致病性大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、蜡样芽孢杆菌、肉毒杆菌属、链球菌及志贺菌属等。

（2）条件致病菌：一般情况下不致病，在一定的特殊条件下才有致病能力，如葡萄球菌、变形杆菌、蜡样芽孢杆菌等。

（3）非致病菌：食品细菌中大多数是非致病菌，如假单胞菌属、微球菌属、芽孢杆菌属、乳杆菌属等。它们可引起食品的腐败变质，使食品失去食用价值，并为致病菌的生长繁殖提供条件，而在食品腐败变质时，细菌的代谢产物等也会对人体产生有害的物质。

上述各类细菌，可通过下列途径污染食品：食品加工用原料受污染；食品从业人员或生产环境卫生状况不良而间接污染食品；通过用具与杂物来污染食品；加工食品时，生熟食品可引起交叉污染等。

2. 食品腐败变质　食品腐败变质是指在微生物为主的各种因素作用下，食品降低或失去食用价值或失去商品价值的一切变化。它是以食品本身的组成和性质为基础，在环境因素的影响下，主要由微生物的作用而引起的结果。

腐败变质的食品具有使人难以接受的感官变化，如刺激气味、异常颜色、酸臭味和腐烂、黏液等，并使食品中营养成分被分解，营养价值严重下降，蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素和无机盐等大量破坏和流失。腐败变质食品一般由于微生物污染严重，菌相复杂和菌量增多，因而增加了致病菌和产毒霉菌等存在的机会。目前，不能把食品腐败变质和食物中毒直接联系起来。

为了防止食品腐败变质，常对食品采用低温保藏、高温灭菌保藏、脱水保藏、提高渗透压保藏（盐腌、糖渍）、提高氢离子浓度保藏（酸发酵）、电离辐射保藏和超生波及植物杀菌素等方法来保藏食品。

3. 预防细菌性污染措施　在食品从原料生产、运输、加工到销售的各个环节中，严格执行各项卫生操作规程，做到及时清洗、彻底杀菌、消毒；注意防止交叉污染和外来物的污染；严格履行个人卫生制度和卫生防护措施，如食品从业人员定期健康检查、保持环境卫生。

（二）霉菌（毒素）污染及预防

霉菌是菌丝体比较发达而又没有较大子实体的一部分真菌的俗称。其种类很多，广泛地分布于自然界，大多数对人体无害，但某些霉菌在一定条件下可产毒，食品一旦被其毒素污染，被人体摄入后可造成食物中毒，临床表现有急性中毒、慢性中毒，致癌、致畸和致突变作用等。

1. 常见的霉菌毒素　食品中霉菌及其毒素的污染源主要有黄曲霉毒素、杂色曲霉毒素、岛青霉毒素、展青霉素、构巢曲霉毒素、单端孢霉素、黄绿青霉素、橘青霉素、呕吐毒素、玉米赤霉烯酮、红天精、黄天精等。其中黄曲霉毒素最为重要，可导致慢性危害。

2. 霉菌和霉菌毒素污染食品的卫生学意义

（1）引起霉菌毒素中毒：指霉菌毒素造成的对人体健康的各种损害。大多数霉菌本身无毒，只有在温度、湿度适宜的条件下，有的菌株可产霉菌毒素（如禾谷镰刀菌的代谢产物脱氧雪腐镰刀菌烯醇、三线镰刀菌产生的 T_2 毒素、黄曲霉产生的黄曲霉毒素等），一旦引起人的食物中毒后，其特点是无传染性。其中毒往往表现较为明显的地方性和季节性，甚至有些可具有地方病的特征，表现为急性中毒、慢性中毒、致癌作用、致畸作用和致突变作用等。

（2）引起的食品霉变：霉菌污染食品后，利用所含的酶，将食品中的营养成分分解并吸收，使其营养价值降低，感官性状改变，如变色、结块、出现异味、异臭等，食用价值降低、甚至完全不能食用。联合国粮食与农业组织（FAO）的统计，全世界每年由于霉变损失的粮食可达 $(5\sim10)\times10^9$ kg。FAO 还估计，世界上有 25% 的谷物受到霉菌毒素的污染。其污染的程度可通过霉菌总数和菌相构成来分析。

知识链接···

黄曲霉毒素是黄曲霉菌和寄生曲霉菌产生的一组代谢产物。黄曲霉毒素基本结构为二呋喃和香豆素，在紫外线下能发生荧光，目前已分离鉴定的有 12 种以上，在二呋喃末端有双键者毒性较强，并有致癌性。黄曲霉素耐热，在烹调加工过程中破坏较少，在水中的溶解度较低。黄曲霉毒素主要污染花生、花生油、玉米、大米、棉籽等粮油及其制品。在我国常见的有黄曲霉毒素 B_1、黄曲霉毒素 B_2、黄曲霉毒素 M_1、黄曲霉毒素 M_2、黄曲霉毒素 G_1、黄曲霉毒素 G_2 等，其中以黄曲霉毒素 B_1 的毒性和致癌性最强，黄曲霉毒素 B_1 又是食品中污染的主要形式，故食品卫生标准中以此为污染指标。黄曲霉毒素是目前已知的强致癌物。动物实验证明，长期低浓度或短期高浓度摄入黄曲霉毒素后，均可诱发动物肾癌、胃癌、结肠癌、乳腺癌和卵巢癌。亚非国家和我国流行病学调查资料表明，凡食物中黄曲霉毒素污染严重和人群实际摄入量高的地区，肝癌发病率也高，肝癌发病率与黄曲霉毒素摄入量成正相关。

3. 防霉去毒措施　首先应防止食品受霉菌污染，一旦该霉菌污染食品产毒，应采取积极有效的措施去除毒素，从而可保证食品的安全性及可食用性。

（1）防霉措施：由于霉菌生长繁殖或产毒均需要适宜的温度、湿度和必要的营养物质（如糖、氮及矿物盐），因此食品在储存中严格控制温度和湿度是保证食品不受霉菌毒素污染的关键。①粮食收割后应及时晾晒、烘干、脱粒并入库，保证水分含量降低到安全水分以下再进行储存。②在储存时应该注意通风降温。③保证粮粒完整和改善储存的卫生条件防止虫害、鼠咬。④可采用密封粮仓并填充 N_2 或 CO_2 等气体。⑤培育抗霉性强的粮油新品种。

（2）去毒措施：一旦粮食或食品已被霉菌污染且产生了毒素后，应设法将毒素破坏或去除。①对花生米、玉米等粮食作物，可采取挑选霉粒法：去除霉坏、破损、皱皮、变色及虫粒等籽粒。②可通过碾轧加工法去除米糠、谷皮及胚部中大部分毒素。③油料种子污染霉菌毒素后，可使该种子榨出的油中含毒素，可采取加碱法去除。④对已含毒的植物油可采用加入活性白陶土或药用炭等吸附剂来吸附毒素的物理方法去毒。⑤还可采用加水搓洗、微生物去毒、日晒、紫外线照射破坏毒素和高温高压等方法去毒。

三、化学性污染

（一）亚硝基化合物污染及预防

1. 食品中亚硝基化合物的来源　N－亚硝基化合物的前体（亚硝酸盐、氮氧化物、胺等）广泛存在于食品中，在食品加工过程中易转化成N－亚硝基化合物。据目前已有的结果，鱼类、肉类、蔬菜类、啤酒类等食品中含有较多的N－亚硝基化合物。

硝酸盐和亚硝酸盐是腌制食品如腊肠、肉肠、灌肠、火腿和午餐肉中的常用防腐剂。亚硝酸盐还是一种发色剂，亚硝酸盐还赋予香肠、火腿和其他肉制品一种诱人的腌肉风味。

加工处理及烹调方法不同（如油炸、烘制、烤制、烟熏、亚硝酸盐处理等）对肉制品中的亚硝胺及亚硝基化合物含量也有不同影响。

由于大量使用氮肥或土壤缺锰、钼等微量元素，使植物类食品中含有较多的硝酸盐和亚硝酸盐。在对蔬菜等进行加工处理（如腌制的菠菜、甜菜、萝卜、小白菜、雪里蕻等）和储藏过程中，硝酸盐在硝酸盐还原酶的作用下，转化为亚硝酸盐，亚硝酸盐在适宜的条件下，可与食品中蛋白质的分解产物胺反应，生成N－亚硝基化合物。

此外，啤酒、一些全乳制品（如干奶酪、奶粉、奶酒）中，也可能存在N－亚硝基化合物。

2. 毒性　亚硝胺与亚硝酰胺二者稳定性不同，毒性也不同，二烷基和环状亚硝胺主要是造成肝脏损伤，包括出血及小叶中心坏死等。亚硝酰胺所致的肝中毒病变较轻，肝坏死多为小叶周缘坏死，还可引起摄入部位的局部损伤。亚硝胺还可通过胎盘诱发胎儿畸形，亚硝胺具有较强烈的致癌性，可以诱发实验动物的肿瘤（以肝、食管、胃等器官为主）。

3. 预防措施　不食入含过量硝酸盐和亚硝酸盐的食物；采取合理使用氮肥、控制矿物氮在土壤中积累措施，严格限制发色剂的使用量；减少食品加工中微生物污染，易腐的含蛋白质丰富的肉类、鱼贝类及含硝酸盐量较多的蔬菜（尤其是熟菜）应低温储存，以减少蛋白质分解生成胺类，以及硝酸盐转变成亚硝酸盐的机会；少食腌制品，不

食未腌透的咸菜和未加热彻底的熟剩菜等。多食入维生素 C、维生素 E 及新鲜水果蔬菜等，以阻断体内亚硝基化合物形成。

亚硝酸盐的残留量标准为，肉类罐头≤ 50 mg/kg，肉制品≤ 30 mg/kg。应用紫外线、γ 射线和阳光照射的方法能有效地破坏亚硝胺，降低食品中亚硝胺的含量。制定食品中亚硝胺的卫生标准，亚硝胺的允许限量，啤酒、肉制品为≤ 3 μg/kg。

（二）多环芳族化合物污染及预防

多环芳族化合物是食品污染中危害较大的物质之一，包括多环芳烃和杂环胺，目前，已知的多环芳烃类有数百种，以苯并芘最常见。

1. 食品中苯并（a）芘的来源　苯并（a）芘又称3，4苯并芘，是多环芳烃类化合物的一种主要致癌性物质。在食品中分布很广，几乎使各类食品都有可能受到污染。在鲜肉、熏制品、烘烤食品、蔬菜、水果、水产品、植物油及酒类中都能检出。食品苯并（a）芘污染主要途径：

（1）烤熏食品污染：食品在烧烤、烟熏及烘焦时与燃料燃烧所产生的苯并芘直接接触而受到污染。此外，食物中脂质在高温下可热聚合成苯并芘，烘烤肉类时滴在火焰上的油滴也聚合成苯并芘吸附在烤肉表面。

（2）沥青污染：在铺有沥青的马路上晾晒粮食、菜籽，温度高时熔化的柏油可附着在粮食上，可使沥青中的苯并芘污染粮食。

（3）食品加工过程污染：有些设备管道和包装材料中含有苯并芘。如在采用橡胶管道输送原料或产品时，橡胶的填充料炭黑和加工橡胶时用的重油中均含有苯并芘，当液体食品如酱油、醋、酒、饮料等经过这些管道输送时，苯并芘有可能转移到食品中，尤其是将橡胶管长期浸泡在食品中，其危害性更大。包装糖果、棒冰、面包等要用蜡纸，矿蜡中苯并芘的含量较高。食品加工机械用的润滑油中苯并芘含量高，若密封不好，润滑油滴入后也会使食品受到污染。

（4）环境污染：工业“三废”对大气、水体和土壤污染也可直接对食品造成污染。例如，煤炭、石油、汽油、木材和香烟不完全燃烧时可产生苯并芘；炼油、炼焦、合成橡胶、熬沥青等行业的废水、废气中含有大量苯并芘。

2. 苯并芘对人体的危害　由于3，4－苯并芘化学性质稳定，因此烹调过程中不易被破坏。苯并芘对人类和动物来说是一种强的致癌物质。最初发现是致皮肤癌，后经深入研究，由于侵入途径和作用部位的不同，对机体各脏器，如肺、肝、食管、胃肠等均可致癌。

3. 预防措施

（1）加强环境治理：防止工业“三废”中苯并芘对水体、土壤、空气和植物造成污染。

（2）改变生产方式：收获的农作物，禁止在柏油路面晾晒。不用苯并芘含量高的材料生产或包装食品。

（3）改进烹调和加工方法：改进烘烤、烟熏食品的加工方法，选用电炉、远红外烤炉及微波炉，避免使用煤炉、柴炉及木炭直接燃烧食物；尽量避免食品成分热解和热聚，以减少苯并芘形成。

(4) 改变饮食习惯：尽量少吃烧烤、熏烤肉制品。不食用烤焦、炭化的肉制品。以减少苯并（a）芘的摄入量。

（三）食品添加剂

食品添加剂是指为改善食品品质和色、香、味，以及防腐和加工工艺的需要加入食品中的化学合成或者天然物质。

1. 食品添加剂的分类　目前，全世界发现的各类食品添加剂有14 000多种，截至1999年我国允许使用的食品添加剂有1 587种，其中包括食用香料和其他（不包括复合食品添加剂）。

食品添加剂可按其来源、功能和安全的不同进行分类。按来源分为天然和人工合成食品添加剂两大类。按食品添加剂功能、用途划分可分为22类，包括酸度调节剂、抗结剂、消泡剂、抗氧化剂、漂白剂、膨松剂、胶姆糖基础剂、着色剂、护色剂、乳化剂、酶制剂、增味剂、面粉处理剂、被膜剂、水分保持剂、营养强化剂、防腐剂、稳定剂和凝固剂、甜味剂、增稠剂、食品香料及其他等。

2. 食品添加剂的毒性与危害　事实证明，有些食品添加剂能引起急性和慢性中毒，具有致癌性、致突变性和致畸性等，威胁着人类健康。因此，食品添加剂的安全问题是人们关注的焦点。如日本曾发生的“森永”牌奶粉中毒事件，是砷引起的中毒，调查发现奶粉中的砷来源于添加的稳定剂磷酸氢二钠（含砷3% ~9%）。有些添加剂可引起过敏反应，如糖精可引起皮肤瘙痒症、日光性过敏性皮炎；香料中很多物质可引起呼吸道器官发炎、咳嗽、喉头水肿、支气管哮喘、瘙痒、皮肤划痕症、荨麻疹、血管性水肿、口腔炎等；柠檬黄可引起支气管哮喘、荨麻疹、血管性水肿等。大量摄入对羟基苯甲酸酯可影响发育，过多摄入维生素A会导致畸形等。

有些食品添加剂虽然添加的剂量甚微，但是它们有可能在体内产生蓄积毒性，或者当与食品中的其他成分及不同添加剂之间相互作用时，可能会产生有毒物质。有些食品添加剂在加工或储藏过程中可发生转化，如焦碳酸二乙酯与食品其他成分起反应可形成强烈致癌物质氨基甲酸乙酯，赤藓红色素可转化为荧光素，亚硝酸盐可形成亚硝基化合物等。另外，食品添加剂具有叠加毒性，即两种以上的化学物质组合之后会产生新的毒性作用。当食品添加剂和其他的化学物质如农药、重金属等一起摄入时，可使原本无致癌性的化学物质转化为致癌物质。

（四）食品添加剂的安全使用管理

为了确保食品添加剂食用安全性，必须加强食品添加剂管理，包括食品添加剂的毒理学评价、食品添加剂使用量标准的制定、食品添加剂的标准审批、生产或使用食品添加剂审批手续、食品添加剂法规等。

《中华人民共和国食品卫生法》对食品添加剂的安全管理做了许多严格的规定，其中主要包括以下几项。

(1) 生产经营和使用食品添加剂，必须符合《食品添加剂使用卫生标准》和《食品添加剂卫生管理办法》的规定。不符合卫生标准和卫生管理办法的食品添加剂，不得经营、使用。

(2) 对食品添加剂的新品种，生产经营企业在投入生产前，必须提出该产品卫生

评价和营养评价所需的资料，并提供样品，按照规定的食品卫生标准审批程序报请审批。

（3）食品添加剂的产品标志和产品说明书上需要分别按照规定标明品名、产地、厂名、生产日期、批号或者代号、规格、配方或者主要成分、保存期限和使用方法等。食品添加剂的产品说明书，不得有夸大或者虚假的宣传内容。

（4）不得以掩盖食品腐败变质或仿造、掺伪、掺假为目的而使用食品添加剂，不得使用污染及变质的食品添加剂，使用食品添加剂不得有夸大或虚伪的宣传内容。

（5）对于婴幼儿主辅食品而言，除按规定可加入营养强化剂外，不得加入人工甜味剂、色素、香精、谷氨酸钠及不适宜的添加剂。

（6）对于进口的食品添加剂必须符合《食品添加剂使用卫生标准》和国家、行业质量标准等。

第三节　食物中毒

一、食物中毒概述

1. 定义　凡健康人经口摄入正常数量、可食状态的“有毒食物”（指被致病菌及其毒素、化学毒物污染或含有毒素的动植物食物）后所引起的以急性感染或中毒为主要临床特征的疾病，统称食物中毒。凡食入非食状态的食物（未成熟水果等）、暴饮暴食所引起的急性胃肠炎；因摄入食物而感染的传染病、寄生虫病、人畜共患病等食源性疾病，或摄食者本身有胃肠道疾病、过敏体质者食入某食物后发生的疾病，均不属于此范畴；也不包括因一次性或者长期少量多次摄入某些有毒、有害物质而引起的以慢性毒害为主要特征（如致畸、致癌、致突变）的疾病。

2. 特征　虽然食物中毒的原因不同，症状各异，但一般都具有如下流行病学和临床特征。

（1）潜伏期短，发病突然，呈暴发性，一般由几分钟到几小时，食入“有毒食物”后于短时间有多数患者同时发病，来势凶猛，很快形成高峰，发病曲线呈骤升骤降的趋势，没有传染病流行曲线的余波。

（2）患者临床表现相似，且多以急性胃肠道症状为主，病程较短。

（3）发病与食入某种食物有关。患者在近期同一时间段内都食用过同一种“有毒食物”，发病范围与食物分布呈一致性，停止食用该食物后很快不再有新病例。

（4）人与人之间一般无传染性，未食者不发病。

（5）有明显的季节性。夏秋季多发生细菌性和有毒动植物食物中毒；冬春季多发生肉毒中毒和亚硝酸盐中毒。

3. 分类　食物中毒可分为细菌性食物中毒、有毒动植物食物中毒、化学性食物中毒、真菌及其毒素食物中毒等。现按细菌性食物中毒和非细菌性食物中毒两大类分别介绍如下。

二、细菌性食物中毒

由于食入被细菌、细菌毒素污染的食物后造成的食物中毒称细菌性食物中毒。

（一）中毒类型

1. 感染型食物中毒　活菌污染食物并大量繁殖，在未充分完全被杀灭后随食物一同进入人体而引起的食物中毒。其主要病原菌有沙门菌、副溶血性弧菌、致病性大肠杆菌等。

2. 毒素型食物中毒　活菌污染食物并大量繁殖，产生毒素后，随食物一同进入人体而引起的食物中毒。其主要病原菌是葡萄球菌产生肠毒素、肉毒梭菌产生神经毒素、蜡样芽孢杆菌中毒等。

中毒并不是单一类型，有的食物中毒常常是既有感染型又有毒素型共存的情况。

（二）中毒原因及特征

1. 中毒原因　中毒原因包括微生物污染并大量繁殖或产毒而引起食品原料变质；熟食品放置时间过长，食用前不加热或未充分加热煮透；从业人员带菌。夏秋季易发生细菌性食物中毒，随着气温升高，湿度大，适合病原菌生长繁殖。此时，病原菌生长速度快，易产毒；同时这一时期内人体抵抗力下降，免疫力降低，也是诱发细菌性食物中毒的因素。

2. 中毒特征　发生细菌性食物中毒时，患者一般都表现出急性胃肠炎症状，而腹痛、腹泻最为常见。肉、蛋、奶及水产品等动物性食物营养丰富、水分适宜、酸碱适度，适合食物中毒菌的繁殖并产毒，则易引起细菌性食物中毒；其次是植物性食物，包括剩饭菜、糯米凉糕、豆制品及面类发酵食品等。

（三）沙门菌属食物中毒

1. 病原　沙门菌属的种类繁多。目前，国际上有近 2 300 个血清型，我国已有 200 多个血清型，以鼠伤寒沙门菌、猪霍乱沙门菌、肠炎沙门菌引起的食物中毒比较多。

2. 引起中毒的食品　动物性食品较多，特别是肉类（如病死牲畜肉、酱肉、卤肉、熟内脏等），也有因食用被沙门菌污染的鱼类、禽类、奶类、蛋及其制品而引起的食物中毒。

3. 临床特征　临床有五型，以胃肠炎型多见，表现为发热、呕吐、腹痛、腹泻（黄绿水样便），体温升高等；此外也有类霍乱型、类伤寒型、类感冒型及败血症型。

4. 预防措施　防止食品被沙门菌污染，应加强对食品生产企业的卫生监督，特别是加强牲畜宰前和宰后的兽医卫生检验。屠宰时，要特别注意防止肉尸受到胃肠内容物、皮毛、容器等污染。禁止食用病死牲畜肉。防止肉类食品被沙门菌污染的重要环节是牲畜生产、肉类运输过程中防止被沙门菌污染。食品加工、销售、集体食堂和饮食行业的从业人员，应严格遵守有关卫生制度，特别是加强防止熟食（主要是熟肉类制品）被生肉及其盛装的容器污染，切生肉和熟食品的刀、菜墩要分开。并对上述从业人员定期进行健康和带菌检查，患有肠道传染病者应及时调换工作。

控制沙门菌的繁殖，用低温冷藏的方法最有效。高温杀灭沙门菌是一种可靠的灭菌方法。

（四）副溶血性弧菌食物中毒

1. 病原　革兰阴性菌，呈弧状、杆状、丝状等多种形态。最适 pH 值为 7.5～8.5，温度 37 ℃，低渗透压（含盐 3%～5%），对酸和热敏感。

2. 对食品的污染　主要是副溶血性弧菌，如近海海水及海底沉淀物对食品污染、带菌者污染、生熟食物交叉污染等；主要为海产品及盐腌食品，如虾、蟹、贝、咸肉、咸菜及凉拌菜等。

3. 临床特征　潜伏期短（6～10 h）、胃肠炎、上腹部阵发性绞痛、腹泻频繁，水样便或血水样便，重者黏液脓血便。

4. 预防措施　由于该菌广泛分布在夏季的沿岸海水中，使海产品带菌率很高，因而烹调鱼类前要注意用淡水充分冲洗干净；对接触过海产品的容器、器械和食品从业人员的手，应及时洗涤和消毒，特别是在加工、运输、销售等各个环节中，严禁生熟混用，防止交叉污染。食品从业人员和炊事员如有带菌或患胃肠炎时，应及时治疗，在治愈前暂时不得从事直接接触食品的工作。

（五）致病性大肠杆菌食物中毒

1. 病原　大肠杆菌一般为非致病菌，但其中有少量菌株有致病性，污染食品后能引起食物中毒。

2. 引起中毒的食品　各类食品均可受该菌污染，由于食品加热不彻底或生熟交叉污染，而引起食物中毒。

3. 临床特征　呈急性菌痢样症状，特点为腹痛、腹泻、里急后重，发热。由肠毒素引起的以急性胃肠炎症状为主。

4. 预防措施　防止食物带菌是关键。病畜、禽带菌率高，须经高温杀菌后食用。同时，防止食品被人类带菌者、带菌动物，以及污水、容器和用具等的污染，应特别强调防止生熟食品交叉污染和熟后污染。熟食品应低温保存，食用前应加热。

（六）葡萄球菌肠毒素食物中毒

1. 病原　葡萄球菌属现有 19 个菌种，广泛分布于空气、土壤、水、食具，患有化脓性皮肤病、急性上呼吸道炎症和口腔疾病的患者，健康人的咽喉、鼻腔、皮肤、头发等，经常产生肠毒素的菌株。根据肠毒素的血清型可分为 A、B、C（C_1 和 C_2）、D、E 五型；葡萄球菌不耐热，但食品中的肠毒素耐热性强，一般烹调温度不能将其破坏。

2. 对食品的污染　葡萄球菌污染食品的种类是多种多样的，虽然在许多食品中容易繁殖，但只在某些食品中产生肠毒素，主要是营养丰富并含水分较多的食品，如剩饭、糕点、奶及奶制品、畜禽、熟肉类、蛋类、鱼类及其制品、含油脂较多的罐头类食品等。患乳腺炎的奶牛的乳汁中，常含有能产生肠毒素的葡萄球菌。

3. 临床特征　起病急，吐重于泻，体温无明显升高，可有寒战。

4. 预防措施　定期对食品加工和饮食行业的从业人员进行健康检查，当患有疮、手指化脓、上呼吸道炎症、口腔疾病时，应暂时调换工作。对患有乳房炎的奶牛，则挤下的奶不能供食用。在挤奶过程中，严格遵守挤奶的卫生要求，避免污染。对各种易腐食品，应低温储存，已加热过的食品应迅速冷却，并缩短保存时间，使已污染的细菌来不及产生肠毒素。对吃后的剩饭应松散开，放在通风、阴凉、干燥的地方，避免污染，

并缩短保存时间，以不隔餐为宜。

（七）肉毒梭菌及其毒素食物中毒

1. 病原　肉毒芽孢梭菌广泛分布在自然界，特别是土壤中，属于革兰阳性菌，繁殖最适温度为25～37 ℃，产毒最适温度为20～35 ℃，最适 pH 值为6～8.2，但 E 型肉毒梭菌嗜冷，在3～5 ℃时即能生长和产生毒素。本菌对热抵抗力不强，加热 80 ℃经10～15 min 就可死亡，有大芽孢，芽孢耐热，但毒素不耐热性。肉毒毒素可被胃肠道吸收。E 型和 B 型毒素可被胰酶激活而提高毒性。

2. 对食品的污染　被肉毒梭菌污染的主要来源是土壤，被污染的粮食、蔬菜、水果、肉类等，都有可能带有肉毒梭菌或其芽孢。

在我国因肉毒梭菌污染食品引起的中毒，多为家庭制豆、奶类的发酵制品，如臭豆腐、豆瓣酱、豆豉和面酱等；肉类制品或罐头食品引起的中毒少。肉毒梭菌中毒的原因是食品被肉毒梭菌或其芽孢污染后，并在适宜的温湿度、不高的渗透压和酸度、厌氧的条件下繁殖，形成毒素，最后在食用前又未进行彻底加热处理造成。

3. 临床特征　神经肌肉麻痹相应症状与体征：①影响细胞代谢，引起细胞死亡。②对消化道的腐蚀作用，接触部位可发生急性炎症、溃疡、糜烂出血、坏死。③麻痹血管运动中枢及直接作用于毛细血管，导致血压下降。

4. 预防措施　使用新鲜的原料加工食品，避免泥土的污染；加工前应仔细洗去泥土；加工时应烧熟煮透。加工好的熟食品应放在通风和阴凉的地方保存，避免再污染。生产罐头食品时，必须严格遵守操作规程，装罐后要彻底灭菌。对可疑的食品应进行加热处理（100 ℃ ，10～20 min）。

（八）细菌性食物中毒的诊断原则与预防措施

1. 诊断原则　①临床诊断：依流行病学特点、临床表现诊断。②病因诊断：细菌学检查、血清学检查或毒素检测。

2. 治疗原则　①排出体内毒物。②支持疗法和对症治疗。③使用抗生素及肉毒中毒抗毒素血清。

3. 预防措施　细菌性食物中毒的预防，有以下几个原则。

（1）防止细菌污染：选择食用新鲜食品；从业人员注意手及工具的消毒；手上有化脓者，腹泻者不得从事食品加工；食品加工人员要定期检便，以防事故发生；菜板、刀、抹布，以及其他食具、容器经常保持清洁，每次使用后注意用开水消毒；灭鼠及蟑螂，防止老鼠、蟑螂等带菌污染食品。

（2）防止细菌繁殖：加工后的熟食尽早食用掉，不应放置时间过长，防止食品被细菌污染；熟食品可在0 ℃ 以下低温保存，防止细菌繁殖；严格控制温度，抑制细菌生长、繁殖和产毒；食用前彻底加热，以杀灭食品中的细菌或破坏毒素。

三、非细菌性食物中毒

非细菌性食物中毒可分为真菌及其毒素食物中毒、有毒的动植物性食物中毒、化学性食物中毒。

（一）鱼类组胺中毒

1. 污染源及污染途径　污染源主要是海鱼中的鲐鱼、金枪鱼、沙丁鱼等青皮红肉鱼，主要是因为此类鱼含有较高量的组氨酸。当鱼体不新鲜或腐败时，在温度为15～37 ℃、有氧、弱酸（pH值为6.0～6.2）和低渗透压（含盐3%～5%）条件下，污染鱼体的细菌（如无色杆菌）可促使组胺脱羧酶生成组胺。

2. 临床症状和急救治疗　组胺引起毛细血管扩张和支气管收缩，导致一系列的临床症状。组胺中毒的特点是发病快、症状轻、恢复快。潜伏期一般0.5～1 h，短者只有5 min，长者4 h，表现为脸红、头晕、头痛、心跳加快、脉快、胸闷和呼吸急促、血压下降，个别患者出现哮喘。治疗首先催吐、导泻以排出体内毒物；抗组胺药能使中毒症状迅速消失，可口服维生素C。

3. 预防　主要防止鱼类腐败变质。食用鲜、咸鲐鱼等青皮红肉鱼类时，烹调前应去内脏、洗净，切段后用水浸泡几小时，然后红烧或清蒸，酥闷，不宜油煎或油炸，烹调时放醋，可以使组胺含量下降。

（二）毒蕈中毒

1. 概述　我国有可食蕈300余种，毒蕈80多种，其中含剧毒素的有10多种。因误食而中毒多散发于高温多雨季节。

2. 毒素与中毒特征　一种毒蕈可含多种毒素，多种毒蕈也可含一种毒素。毒素的形成和含量常受环境影响。中毒程度与毒蕈种类、进食量、加工方法及个体差异有关。根据毒素成分，中毒类型可分为四种。

（1）胃肠炎型：可能由类树脂物质，胍啶或毒蕈酸等毒素引起，潜伏期0.5～6 h，表现为恶心、剧烈呕吐、腹痛、腹泻等。病程短，预后良好。

（2）神经精神型：引起中毒的毒素有毒蝇碱、蜡子树酸、光盖伞素和幻觉原等。潜伏期0.5～4 h。中毒症状除有胃肠炎外，主要有神经兴奋、精神错乱和抑制，也可有多汗、流涎、脉缓、瞳孔缩小等。病程短，无后遗症。

（3）溶血型：由鹿蕈素、马鞍蕈毒等毒素引起，潜伏期6～12 h，除急性胃肠炎症外，可有贫血、黄疸、血尿、肝脾肿大等溶血症状。严重者可致死亡。

（4）脏器损害型：主要由毒伞七肽、毒伞十肽等引起。毒素耐热、耐干燥，一般烹调加工不能破坏。毒素损害肝细胞核和肝细胞内质网，对肾也有损害。潜伏期10 h至数日，病程较长，临床经过可分为六期：潜伏期、胃肠炎期、假愈期、内脏损害期、精神症状期、恢复期。该型中毒病情凶险，如不及时治疗，病死率甚高。

3. 治疗与预防　早期用催吐、导泻等措施排出毒物。根据中毒症状，合理使用药物对症处理，如肝肾损伤型可选用巯基解毒药等，溶血型可给予肾上腺皮质激素及输血等。预防中毒应加强宣教，防止误食。

（三）亚硝酸盐中毒

1. 亚硝酸盐来源　①储存过久的新鲜蔬菜、腐烂蔬菜及放置过久的煮熟蔬菜，刚腌不久的蔬菜或腌制不充分的蔬菜含有亚硝酸盐。②加工咸肉、火腿、腊肉等食品加入过量的硝酸盐及亚硝酸盐；误将硝酸盐及亚硝酸盐当作食盐等。③硝酸盐可在体内外转化为亚硝酸盐。

2. 临床表现 中毒特点是以高铁血红蛋白症为主的全身性疾病。潜伏期为 10 min 至 3 h。主要临床表现为口唇、指甲及全身皮肤出现发绀，伴有头晕、头痛、乏力、嗜睡、恶心、呕吐、腹痛和腹泻等。严重者可有心率减慢、心律不齐、惊厥、昏迷，常死于循环、呼吸衰竭。

3. 防治措施 早排毒（尽快洗胃、催吐和导泻）、早解毒（小剂量亚甲蓝、维生素 C 和葡萄糖合用）、早对症。预防措施主要是防止亚硝酸盐污染，保持蔬菜新鲜，不食存放过久或刚腌的蔬菜；严格执行国家食品卫生标准，限制硝酸盐和亚硝酸盐的使用量。加强对亚硝酸盐的保管，防止误食、误用。

（四）其他食物中毒

其他食物中毒的防治原则见表 3－21。

表 3－21 其他食物中毒及防治要点

病名	有毒成分	临床特点	急救处理	预防要点
蜡样芽孢杆菌食物中毒	杆菌，耐热型与不耐热型毒素	恶心、呕吐、头晕、腹痛，少数患者腹泻、体温不高，预后良好	氯霉素、庆大霉素、卡那霉素	含淀粉多的食物易引起中毒，对剩饭、米粉等应防止污染，食前加热
链球菌食物中毒	由甲型的 B、D、H 三群引起，D 群多见	腹痛、腹泻、恶心、呕吐，少数患者有低热。病程 1～2 d，预后良好	对症处理	主要由鱼、肉、奶类食品引起，应防止食品污染，食前彻底加热
甲状腺组织中毒	猪、牛、羊甲状腺	头昏、头痛、乏力、心悸、多汗，关节、四肢肌肉痛，患者狂躁、幻觉、昏迷、抽搐或出皮疹、脱皮	对症处理	甲状腺在 231～233 ℃才被破坏，因此屠宰时要认真剔除甲状腺组织
四季豆中毒	皂素、植物凝血素	恶心、呕吐、腹痛、头晕、头痛、四肢麻木、伴有中性粒细胞增多，病程数小时至 2 d，预后良好	对症处理	充分煮熟后才能食用
发芽马铃薯中毒	龙葵素	咽喉瘙痒、烧灼感，胃肠炎。重症者有溶血性黄疸，可因心脏停搏死亡	对症处理	挖去芽根，去皮水浸，炒时加醋。芽多或薯肉变绿时应禁食
桐油中毒	桐酸、异桐酸	恶心、呕吐、腹痛、腹泻、头昏、心悸、手足麻木、肝区疼痛，尿中出现蛋白、管型、红细胞	催吐、导泻、补液及其对症处理	食用油与非食用油分开存放，以免造成误食
白果中毒	银杏酸、银杏酚	除胃肠症状外，常出现头痛、恐惧感、抽搐、惊厥，重者意识丧失，1～2 d 死亡	洗胃、灌肠和对症处理	不吃生白果或变质白果，生白果要去壳、炒熟或加水煮熟后再吃。熟白果也不能多吃，儿童尤宜注意

续表

病名	有毒成分	临床特点	急救处理	预防要点
有毒蜂蜜中毒	各种有毒花粉	头昏、疲倦、肢体麻木、发热、心悸、肝大、腰痛、血尿，可因循环呼吸衰竭死亡	对症处理，重点保护心、肾	蜂蜜应经检验合格方能售出，不吃有异味的蜂蜜
磷化锌中毒		喉头麻木、干渴，呼吸及呕吐物中有蒜臭味。可在1~2 d假缓解后出现血尿、蛋白尿、黄疸、肝性脑病	彻底洗胃、保肝、对症处理，禁忌油类食物	灭鼠毒饵的保管和使用应注意安全，避免误食和污染食物
赤霉病麦中毒	小麦赤霉菌产生赤霉烯酮及T_2毒素	恶心、眩晕、呕吐、腹痛、腹泻、全身乏力、颜面潮红、头痛	对症处理	防止小米、玉米等感染霉菌，分离病麦麦粒
黄变米中毒	黄绿青霉素、岛青霉素、橘青霉素	多发性神经炎、全身衰弱、麻痹、心力衰竭、肝功能障碍、肾脏中毒损害	对症处理	防止粮食霉变
霉变甘薯中毒	黑斑病霉菌、甘薯酮	头痛、头昏、恶心、呕吐、心悸、呼吸困难、视物模糊	对症处理	注意储藏条件，防止霉变，霉薯禁止食用
臭米面中毒	可能为真菌毒素中毒（与串珠镰刀菌有关）	除胃肠道症状外，心脑、肝、肾均可受损	彻底排出毒物、洗胃，抗休克、护肝等对症处理	宣传不制作、不食用臭米面及其类似的霉变食物
霉变甘蔗中毒	甘蔗阜孢霉菌、串珠镰刀菌等产生的霉菌毒素	头痛、头晕、恶心、呕吐、腹痛、腹泻、视力障碍。重者有剧烈呕吐、阵发性痉挛性抽搐、神志不清、昏迷，有的有幻视、哭闹，有的甚至出现瘫痪	催吐、洗胃，彻底排出毒物，对症处理	禁食发霉的甘蔗、已霉变的甘蔗可制造工业用酒精

四、食物中毒调查与处理

食物中毒事件发生后的应急处理，关系到公众身体健康与生命安全，要及时做好有关工作，有效控制事态的发生和扩大，维护正常的社会秩序。

（一）食物中毒的调查

发生食物中毒后要及时查明原因，抢救患者，防治等控制措施有效，并要防止类似事件再度发生。具体调查内容与步骤：

1. 调查前的准备　包括人员、物资和交通工具等准备。

2. 现场调查　积极抢救患者，详细了解食物中毒的发生时间、中毒人数及临床特点，了解进食情况，立即封存可疑食品；开展食品从业人员的健康状况调查。

3. 现场采样检验　现场采集剩余可疑食物，原料，半成品，容器和饮具的洗液，

中毒患者的呕吐物、排泄物、洗胃水、尿液和血液等送检。

4. 取证　调查要确保证据的客观性、科学性、法律性，利用各种手段客观地记录现场状况，包括做好笔录。

（二）食物中毒的处理

1. 现场处理　经初步调查确认疑似食物中毒后，应即时采取行政控制措施防止扩大影响的范围，经过现场调查和样品检验，有关部门应追回、销毁导致食物中毒的食物，对现场采取相应的措施，如对食物中毒场所清洁消毒，责令肇事的生产经营者停止可疑中毒仪器的生产经营活动等。依据调查资料分析结果做出判断，对原定的急救治疗方案进行必要的纠正和补充。

2. 行政处罚　调查人员在完成现场调查后，应根据完整的调查资料和检验分析结果做出最后诊断，写出完整的调查报告，卫生行政部门收集有关证据，运用有关法律，制作执法文书，按程序执法。对造成严重食物中毒事故、对人体健康造成严重危害的依法追究刑事责任，同时要让肇事者承担相应的民事赔偿责任。

第四节　食品安全概述

食品安全问题是受全球广泛关注的重大问题，它直接关系到人类的生命健康，影响人类的生活质量。由于食品生产、加工的工业化，以及新原料、新技术、新成果的应用和推广，食品贸易的全球化，造成食品污染的因素日趋复杂，原有的问题还没有解决，新的问题又不断涌现。调查表明，由致病微生物及其他病毒、有害因素引起的食物中毒在全球范围内呈上升趋势，不仅在发展中国家，即使在经济发达国家也经常暴发流行。

据估计，全球人口中每年约有1/3的人有食源性疾病的经历。近年来，疯牛病、口蹄疫、禽流感等重大食品安全事件接连不断。目前我国最主要的食品安全问题是微生物污染，最突出的问题是食品中农药和兽药残留问题，而环境污染和食品生产加工技术的影响也有越来越严重的趋势。

食品安全事件不仅对人体健康造成不同程度的影响，而且在经济上造成重大损失，对政治、社会发展也产生了重要影响。卫生部于2003年制定发布了《食品安全行动计划》，作为指导卫生部门食品安全工作宏观政策。进一步加强以《中华人民共和国食品卫生法》为核心的食品安全法规标准体系建设，并与国际标准接轨。

一、食品安全定义

食品安全问题对消费者的切身利害关系，决定了消费者日趋自觉地将其作为指导饮食消费方式的原则，以及选取、采取食品的首要取舍标准。1996年世界卫生组织在其发表的《加强国家级食品安全性计划指南》中把食品安全定义为“对食品按其原定用途进行制作和（或）食用时不会使消费者受害的一种担保”，食品卫生则指“为确保食品安全性和适合性在食物链的所有阶段必须采取的一切条件及措施”。把食品安全和食品卫生作为两个定义加以区别。

简而言之，食品中不应含有可能损害或威胁人体健康的有毒、有害物质或因素，从而导致消费者急性或慢性毒害或感染疾病，或产生危及消费者及其后代健康的隐患。

任何食物或食物成分，尽管对人体有益或其毒性极低，但如食用过量或食用方法不当，都可能危及健康，造成损害，如食盐摄入过量会中毒，过量饮酒会伤及身体，偏食能使某些物质在体内蓄积产生毒害。另外食品本身含有的天然毒素及生产过程中人为施加的农药、化肥、兽药、添加剂等也增加了食品的风险。某些食品的安全又因人而异，如鱼、蟹、蛋、乳等对大多数人是营养丰富、美味可口的食物，而对少数有过敏症的人来说可能又会产生毒性反应，带来危险。由此可见，一种食品是否安全不仅取决于外来的不良因素，食品本身、食品加工方法，以及食用方式、数量等是否合理得当，还取决于食用者的自身情况。对食品绝对安全与相对安全的区分，反映了消费者与生产者和管理者两个侧面在食品安全性认识角度上的差异。前者要求后者提供没有风险的食品，而把近年发生的不安全食品归因于生产、技术和管理不当。而后者则从食品组成及食品科技的现实出发，认为食品安全并不是零风险，而是应在提供最丰富的营养和最佳品质的同时，力求把风险降低到最低限度。这两种不同的认识，既是对立的，又是统一的，是人类从需要与可能、现实与长远的不同侧面对食品安全性认识逐渐发展与深化的表现。

美国学者 Jones 曾建议把食品的安全分为绝对安全和相对安全两个不同的定义。绝对安全是指不会因为食用某一食品而发生危及健康或造成伤害，即食品绝对风险或称零风险。实际上绝对安全是很难达到的。食品的相对安全是指一种食品或食品成分在合理食用和正常食用量情况下不会导致对健康的损害。

二、食品安全的特点

（1）新老食品污染问题并存。我们是发展中国家，一些老问题，如铅、汞等重金属污染的问题，农作物收割以后或者收割当中造成污染问题，由于没有遵守卫生操作规程而造成的微生物污染等，在相当长时间内仍然存在。同时又面临着工业化国家所出现的种种新问题，如禽流感。

（2）食品的源头污染比较突出。我国的初级农产品主要是由农民分散地生产的，不少中小型的食品加工生产企业的素质比较差，而食品行业的监督员队伍相对不足。

（3）食品安全信息交流渠道不畅通。

（4）食品安全问题的误解：包括政府的误解、消费者的误解，当然还有各种各样的利益相关集团的误解。例如：①消费者现在是要求食品安全零风险而非“可接受的风险”。②过于重视化学污染。③ 笼统地把假冒伪劣等同为食品安全问题。

三、食品安全的危害因素

人类社会的发展和科学技术的进步，正在使人类的食品生产与消费活动经历巨大的变化。人们在达到温饱以后提出了如何解决吃得好、吃得安全的要求。食品安全性问题正是在这种背景下被提出，而且涉及的内容与方面也越来越广，并因国家、地区和人群的不同而有不同的侧重。

食品安全的危害可归纳为六大类问题，即营养失控、微生物致病、自然毒素、环境

污染物、人为加入食物的有害化学物质、其他不确定的饮食风险。

1. 微生物污染　微生物因素导致的食源性疾病，特别是以细菌、病毒为主而引起的食物中毒，已成为危害人群健康的重要问题。微生物污染致病始终是食品安全控制的首要重点。

2. 营养失控　营养过剩或营养素不平衡就其涉及人群之多和范围之普遍而言，在当代食品安全性问题中已居于较发达社会之首位。在食品相对丰裕的条件下，因饮食结构失调使高血压、冠心病、肥胖症、糖尿病、癌症等慢性病显著增多。这说明食品供应充足不等于食品安全性改善。高能量、高脂肪、高蛋白、高糖、高盐和低膳食纤维，以及忽视某些矿物质和必要维生素摄入（如硒、维生素 A 等）、过量饮酒等，都可能给人的健康带来损害。

3. 天然毒素　是指食品本身成分中含有的天然有毒有害物质，如一些动植物中含有生物碱、生氰糖苷等，其中有一些是致癌物或可转变为致癌物。在人为特定条件下食品加工和储藏过程中产生的某些有毒物质，也多被归入这一类。例如，粮食、油料等在从收获到储存过程中产生的黄曲霉毒素，食品烹饪过程中高温产生的多环芳烃，都是毒性极强的致癌物。天然的食品毒素，实际上广泛存在于动植物体内，所谓“纯天然”食品不一定是安全的。

4. 环境污染物　环境污染物在食品成分中的存在，有其自然背景和人类活动影响两方面的原因。无机污染物中的汞、镉、铅等重金属及一些放射性物质，有机污染物中的苯、邻苯二甲酸酯、烷基磷酸酯、多氯联苯、多环芳烃等，都具有在环境和食物链中富集、难分解、毒性强等特点，对食品安全性威胁极大。

5. 人为因素进入食物的有害化学物质　食品生产、经营中存在的主要问题，如食品中添加违禁物品［瘦肉精、甲醛合次硫酸氢钠（吊白块）等］，滥用食品添加剂，生产假冒伪劣食品（劣质、掺杂毒物异物等）；食品加工过程中使用的机械管道、锅、白铁管、塑料管、橡胶管、铝制容器及各种包装材料等，也有可能将有毒物质带入食品，如苯乙烯单体可从聚苯乙烯塑料包装进入食品；当采用陶瓷器皿盛放酸性食品时，其表面釉料中所含的铅、镉和锑等盐能溶解出来；用荧光增白剂处理的纸做包装材料，纸上残留有毒的胺类化合物易污染食品；不锈钢器皿存放酸性食品时间较长溶出的镍、铬等也可污染食物。

6. 其他不确定的饮食风险　食品工业中应用新原料、新工艺，有时也带来了食品安全卫生的新问题，如转基因食品、益生菌和酶制剂等技术在食品中应用。转基因食品（转基因大豆、番茄、玉米、马铃薯等）携带的抗生素基因有可能使动物与人的肠道病原微生物产生耐药性；抗昆虫农作物体内的蛋白酶活性抑制剂和残留的抗昆虫内毒素，可能对人体健康有害。剂量过大的放射线照射食品可造成致癌物、诱变物及其他有害物质的生成，并使食品营养成分被破坏，伤残微生物产生耐放射性等，可对人类健康产生新的危害。保健食品是具有某些特定功能的食品，只适宜于某些人群。随意或盲目食用对自身无益的药膳或保健食品，可能会带来不良后果。

四、我国食品安全的主要公共卫生问题

（一）食源性疾病

食源性疾病尤其是微生物引起的食源性疾病是发达国家和发展中国家广泛存在并日益严重的公共卫生问题。国家卫生部出台的《食品安全行动计划》表明，食源性疾病仍然是危害公众健康的最重要因素。目前，我国在食源性疾病的报告及处理方面仍然存在一些问题，不能适应社会发展形势，制约着我国食源性疾病的预防和控制。

1. 食源性疾病的报告率较低且不及时　食物中毒报告是反映食品安全水平的一个重要方面。从目前的统计数字来看，中国每年食物中毒报告例数为2万~4万人，但专家估计这个数字尚达不到实际发生的1/10，也就是说中国每年食物中毒例数在20万~40万人。我国虽然规定了食源性疾病的报告制度，但由于报告意识差，且我国的食源性疾病多是家庭食源性疾病，而容易暴发食源性疾病的集体食堂为了规避处罚，往往息事宁人，不愿报告，这些原因造成我国的食源性疾病报告率较低。

2. 食源性疾病的处理存在的问题

（1）食源性疾病及食物中毒诊断标准不健全：我国虽已制定了一批食源性疾病（食物中毒）的诊断标准，但是这些标准数量过少，覆盖面不全，有些已有的标准又过于原则，可操作性差，未能体现诊断技术的新发展，应继续健全和完善相关的诊断标准。

（2）食源性疾病的处理机制不协调：食源性疾病的处理涉及当地卫生行政部门、疾病控制机构、卫生监督机构等多家机构，而食源性疾病的调查、诊断、处理也由不同的部门和机构分别完成。由于部门之间协调性较差，往往会贻误处理的最佳时机。

（3）食源性疾病的信息发布及预警不及时：我国目前食源性疾病报告不及时、报告的信息内容不统一，给相关信息的收集、分析及预测带来了困难，后续的信息发布和预警难以及时开展，致使我们不能很好地从已发生的食源性疾病中获得有价值的信息来预测和预防新的食源性疾病的发生。

3. 其他　食源性疾病的人才投入及科研投入不足。

（二）化学污染

1. 农产品源头污染严重　我国的农业结构是以分散的种植及养殖结构为主，主要为劳动密集型，科学技术水平不高，农民普遍知识水平不高，食品安全意识较差，造成我国农产品源头污染问题日益严重。例如，利用未达到排放标准的污水灌溉，导致大量污染物进入食物链；为防治虫害违规使用高毒高残留农药，且因虫害抗药性的增加，使得农药种类越来越多；在养殖业中非法使用生长激素、抗生素的现象日益严重。由此造成的化学污染在食品加工过程中很难去除，带来了诸多食品安全隐患。

2. 掺杂使假带来的食品安全问题　由于一些食品生产经营企业缺乏诚信，为了达到利益最大化或掩盖食品质量缺陷的目的，在食品生产加工过程中将非食品原料作为食品原料使用，如利用病畜肉生产火腿、将苏丹红作为食品着色剂使用等。

3. 食品添加剂的乱用及滥用带来的食品安全问题　食品添加剂是为了改善食品的色、香、味、型，以及加工和防腐工艺的需要而加入食品中的天然或人工合成物质。但

是许多生产企业为了达到生产目的，超标准使用食品添加剂的问题仍很严重。其中，不按标准规定使用防腐剂、着色剂的问题，以及复配食品添加剂的乱用情况尤为突出。

（三）农村食品安全问题严重还没有引起足够的重视

农村是我国主要的食品原料，即农产品的来源地，解决农产品的安全问题及占人口绝大多数的广大农村人口的食品安全问题，是解决我国食品安全问题的关键所在。目前，农村食品安全问题主要表现在：

（1）农村食品生产经营企业规模小，布局分散，厂房、设备、环境不符合要求，相关的卫生法律、法规、标准得不到贯彻实施。农村从业人员文化水平低，农村食品行业自身管理体系不健全，食品购销渠道混乱，食品卫生质量低下，卫生状况得不到改善。同时，农村食品消费者的食品安全意识不强。

（2）监督管理力量薄弱：目前，我国的卫生监督检验机构多设至县级卫生行政部门，而且大多存在人员不足、专业知识水平低、技术设备落后等问题，监督、检测、技术指导能力均不能满足需要。

（3）农村购买能力弱，加之交通、投资环境等问题，有实力保障食品安全的大企业不愿意在农村开辟市场，这就给当地的非法生产者提供了生存空间。

五、我国食品安全的公共卫生对策

1. 完善污染物监测网和食源性疾病监测体系并建立和完善食品安全预警体系　我国初步建立的污染物监测网和食源性疾病监测网，对于全面掌握我国食品中的污染物水平和食源性疾病的发生、发展情况发挥了重大作用。应该继续加大投入，逐步扩大两网监测点的分布，力争覆盖全国，同时实现监测结果的资源共享、数据利用。积极完善我国的食品安全预警体系，建立科学的预警标准和预警机制，及时发布可能出现的食品安全隐患，以便更好地保证消费者的食品安全。

2. 完善我国的食源性疾病和突发食品公共卫生事件处理机制　借鉴传染性非典型肺炎等突发公共卫生事件成功控制的经验，建立我国食源性疾病暴发和突发公共卫生事件的应急处理机制。同时，加大科研投入，更好地掌握食源性疾病和突发公共卫生事件的发生规律，完善我国食源性疾病的诊断标准和处理标准，为更好地预防、控制和处理相关事件提供理论基础和依据。应加强专业人才的培养，建立健全处理突发食品卫生公共事件机制，理顺和确定各相关部门在处理相关事件中的关系和职责，防止相互推诿和渎职。

3. 积极推进我国的食品安全信用体系建设　加强食品生产者和经营者的诚信教育，以对由于不清楚食品安全知识及相关法律法规而主观恶意不强的掺杂使假者，在依法处理的同时应着重加强对其食品安全知识和食品安全法律知识的培训和教育，使他们懂得其行为的危害性，提高他们的守法意识；针对主观恶意强、明知其行为的危害性却仍然实施者，在依法处置的同时应该建立便于查询的黑名单制度，使他们退出食品生产和经营领域。

4. 加大农村食品安全投入并建立研究适合我国国情的农村食品安全控制机制

（1）加强农村食品安全投入，在尽可能的情况下，通过国家的食品安全投入向农

村倾斜政策，建立健全食品安全监督管理机构，加强食品安全监督、检测能力的建设。加强对食品生产经营者的食品安全法律、法规和食品安全知识的培训，提高食品卫生意识和遵纪守法意识。

（2）针对农村食品生产经营者规模小、分散地域广的特点，积极建立和健全行业组织，发挥行业自身管理优势。同时，采取税收等政策与食品安全业绩挂钩的方式，通过经济利益鼓励食品生产经营者逐步提高食品安全意识。

（3）改变农村的食品经营模式，鼓励由分散经营到合作经营，扩大规模，加强食品安全投入和加强自身管理能力，利用新的物流理念改变农村食品购销渠道，如推进超市进农村等措施，堵住非法食品生产者进入农村的途径。

（4）向农村消费者积极宣传食品营养和食品卫生知识，提高消费者辨别食品优劣的本领。在农村的中小学教育中适当加入食品安全知识的教育，通过教育提高农村地区的食品安全意识和卫生法制意识。

练习题

1. 简述各类营养素的生理功能及其对健康的意义。
2. 解释中国居民平衡膳食宝塔。
3. 简述常见的食品污染物有哪些。
4. 简述食品的细菌（毒素）污染及预防。
5. 简述霉菌（毒素）污染的防霉去毒措施。
6. 简述亚硝基化合物、苯并芘污染的预防措施。
7. 以沙门菌属食物中毒为例，谈谈细菌性食物中毒的防治原则。
8. 以毒蕈中毒为例，谈谈非细菌性食物中毒的防治原则。
9. 简述我国食品安全的公共卫生对策。

（李嗣生）

第四章　生产环境与健康

★学习要求

掌握： 职业病的定义、范围、诊断依据及防治措施；铅中毒及矽肺的防治措施。

熟悉： 职业性有害因素的定义、铅中毒及矽肺的临床表现及诊断。

了解： 职业性物理因素的危害及防制。

人类在生产劳动过程中，其生产环境和劳动条件与劳动者的健康息息相关。在不良的劳动条件下，由于生产环境存在着各种职业危害因素，可对劳动者的健康产生不利的影响，严重的则可引起职业性疾病的发生。

第一节　职业性有害因素与职业性损害

职业性有害因素是指在生产、劳动过程和生产环境中存在的可能危害人体健康和影响劳动能力的各种环境因素，也称生产性有害因素。

一、职业性有害因素及其来源

职业性有害因素按其来源可分为下列三个方面。

（一）生产过程中产生的有害因素

生产过程是指产品由原材料加工到成品的全部工艺过程。在此过程中产生的有害因素可分为三类。

1. 化学因素　化学性因素是当前工业生产中最常遇到的有害因素，我们见到的职业病例，大多数是由化学性有害因素引起的。可分为：①生产性毒物：铅、汞、锰等金属、类金属；苯及同系物、二硫化碳、三氯乙烯等有机溶剂；氯、氨、氮氧化物、一氧化碳、硫化氢等刺激性及窒息性气体；农药及一些高分子化合物如丙烯腈等。②生产性粉尘：石英尘、煤尘等无机粉尘；动物性及植物性等有机粉尘；棉、麻、烟草粗加工时产生的棉、麻、烟草与沙土的混合性粉尘。③生产性毒物和生产性粉尘。

2. 物理因素　①异常气象条件：如高温、高湿、低温、高气压、低气压等。②噪声和振动。③电离辐射：如 X 线、γ 射线等。④非电离辐射：如紫外线、红外线、微波、激光等。

3. 生物因素　①病原微生物：皮革加工和毛纺作业中接触炭疽杆菌，森林作业接触森林脑炎病毒，通过病畜接触布氏杆菌。② 致病寄生虫：农民劳动时若接触钩虫感染的土壤可引起钩虫病等。

（二）劳动过程中的有害因素

劳动过程是指生产过程的劳动组织、操作体位和方式。其有害因素有：

（1）劳动组织和劳动作息制度不合理。

（2）劳动中精神过度紧张，如超负荷、快节奏工作。

（3）劳动强度过大，劳动安排不当，如不能合理安排与劳动者的生理状况相适应的作业等。

（4）劳动时个别器官或系统过度紧张，如肌群过度紧张可导致腱鞘炎、滑囊炎、肌痉挛等；视力紧张可造成视力下降等。

（5）不良体位和姿势劳动或使用不合理的工具劳动，长时间处于某种强迫体位可导致下肢静脉曲张、脊柱变形、下背痛等。

（三）生产环境中的有害因素

生产环境是指劳动者进行生产劳动时所处的外界环境。其有害因素有：

1. 厂房建筑或布置不合理　有毒作业和无毒作业安排在一个车间内，甚至与工艺流程相悖等。

2. 生产场所设计不符合卫生要求　如厂房面积不足、采光照明不足、通风不良，烈日下室外作业、机器安放过密、操作场所过于拥挤等。

3. 生产环境中缺乏必要的卫生技术和设施　如缺少通风照明设备，污水净化设备，防尘、防毒、防暑降温和防噪声等设备，造成生产过程中有害因素对生产环境污染。

职业性有害因素是多种多样的，在实际生产场所中，常同时存在多种职业危害因素，如铸造业工人同时接触高温、噪声、振动、一氧化碳、金属烟尘和矽尘等，这些因素对人体健康产生联合作用。因此，职业危害因素的各种组合，构成各种不同的生产环境，引起的职业损害也各不相同。

二、职业性损害及防治

职业性有害因素所造成的损害称职业性损害，包括职业病、工作相关疾病和工伤三大类。

（一）职业病

1. 职业病的定义和范围　职业性有害因素作用于人体的强度与时间超过一定限度时，人体不能代偿其所造成的功能性或器质性病理改变，从而出现相应的临床征象，影响劳动能力，这类疾病通称职业病。广义上的职业病是泛指职业性有害因素所引起的特定疾病，而在立法意义上，职业病却具有一定的范围。它是国家根据经济条件和科学技术水平等实际情况，由法规确定的可以享受劳保待遇的职业病。

《中华人民共和国职业病防治法》已于 2002 年 5 月 1 日起正式施行。同时，卫生部、劳动与社会保障部联合下发了《职业病目录》，其中包括以下十大类共 115 种。其中职业中毒 56 种、尘肺 13 种、职业性放射病 11 种、物理因素所致职业病 5 种、生物

因素所致职业病 3 种、职业性皮肤病 8 种、职业性眼病 3 种、职业性耳鼻喉口腔疾病 3 种、职业性肿瘤 8 种、其他职业病 5 种。凡属法定职业病患者，在治疗和休养期间及在确定为伤残或治疗无效而死亡时，均应按劳动保险条例有关规定给予劳保待遇。

2. 职业病的特点

(1) 病因明确：职业病是由职业性有害因素直接引起的，在控制病因或作用条件后，就可以减少职业病的发生。

(2) 存在剂量－反应关系：劳动者接触的病因大多数可检查和识别，有害因素的接触水平、接触时间与发病率或机体受损程度间有明显的联系。

(3) 群发性：一般在同一接触人群中可同时或先后多人发生同种职业病，表现为群发性，很少只出现单一病例。

(4) 临床表现：多为体内生理器官或功能的损伤，且病症要经过一个较长的逐渐形成期或潜伏期后才能显现，属于缓发性伤残。

(5) 疗效不满意：多数职业病至今尚无特殊的治疗方法，主要以对症治疗为主。如能早期发现，处理得当，预后良好。

(6) 发病可以预防：由于职业病的病因明确，控制和消除病因，职业病可以预防。

3. 职业病的诊断　职业病的诊断是一项科学性、政策性很强的工作，关系到劳动保护法令的执行，也涉及现场劳动条件的评价，还涉及国家、集体和个人三方的利益。卫生部于 2002 年 3 月发布的《职业病诊断与鉴定管理办法》对职业病诊断做出明确规定：国家、省（自治区、直辖市）和市（地、州、盟）级职业病防治机构，或由上述级别的卫生行政部门指定的医疗卫生单位，负责本地区的职业病诊断。诊断时，必须坚持以当地为主和以职业病防治机构或职业病诊断组织的集体诊断为准的原则，职业病一经确诊，诊断机构必须出具"职业病诊断书"，方为有效。

职业病的诊断依据应包括以下三个方面的资料。

(1) 职业史：职业史是诊断职业病的先决条件。应全面、系统地了解患者接触职业性有害因素的全过程。职业史内容包括：①工种、工龄。②接触有害因素情况。③症状出现的时间。④同工种其他患者的发病情况。⑤排除可引起类似职业中毒征象的非职业性接触，如家庭使用农药、有机溶剂，服药史。

(2) 临床检查资料：包括三个方面。①病史：详细了解现病史与接触有害因素的关系，如患者工作前后健康状况的对比，各种症状出现的时间、发展的顺序、严重的程度及与工种变动的关系等。②体格检查：因各种有害因素对人体各个组织器官的作用具有"选择性"，所以在对患者进行全面检查的基础上，应重点检查与有害因素有关的项目。例如，对从事苯作业的工人，应重点检查血液系统等。③辅助检查：根据有害物质对机体毒作用特点，除了进行常规实验室检查外，应做针对性的检查，如对接触粉尘作业的工人做肺部 X 线检查，对接触工业毒物的工人测定生物材料（如血、尿、头发等）中毒物的含量和代谢产物的含量等。

(3) 现场调查资料：调查生产环境中有害因素的种类、工艺流程、工人的操作方式、劳动强度、防护设备及使用情况；测定生产环境中有害物质的浓度；收集历年来的环境监测资料和工人的健康、疾病资料。

4. 职业病报告 我国卫生部于1989年颁布的《职业病报告办法》中规定，职业病报告实行以所在地区的卫生监督机构统一汇总逐级上报的办法。并规定"凡有死亡或同时发生3名以上急性职业中毒以及发生1名职业性炭疽时，接诊的医疗机构应立即电话报告患者单位所在地的卫生监督机构并及时发出报告卡"；"急性职业病由最初接诊的任何医疗卫生机构在24小时之内向患者单位所在地的卫生监督机构发出职业病报告卡""尘肺病、慢性职业中毒和其它慢性职业病由各级卫生行政部门授有职业病诊断权的单位或诊断组负责报告。并在确诊后填写尘肺病报告卡或职业病报告卡，在15天内将其报送患者单位所在地的卫生监督机构"。

5. 职业病的处理 对已确诊的职业病患者应依法享受国家规定的职业病待遇。处理包括两方面工作，一是对职业病患者的治疗；二是按照1987年我国颁布的《职业病范围和职业病患者处理办法的规定》，落实职业病患者所享有的各种待遇。

6. 职业病的防治措施 职业病的发生取决于劳动者的接触、职业危害因素的存在及职业危害因素作用条件，这三者的因果联系，决定了职业病的可预防性。因此，职业病的防治应坚持预防为主、防治结合的方针，遵循三级预防的原则，采取综合性的组织措施、技术措施和卫生保健措施，以达到保护和促进劳动者健康的目的。

（1）一级预防：又称病因预防，即从根本上消除或最大可能地减少对职业性有害因素的接触，防止职业病的发生。

1）技术措施：改进工艺，用低毒、无毒物质代替剧毒、有毒的物质，禁止使用已被证明了的有致癌作用的物质；改进生产过程，使用远距离操作或自动化设备，最大限度地减少工人与有害物质的直接接触，加强设备的检修，防止有毒、有害物质的跑、冒、滴、漏等；科学地设计厂房；加强通风、除尘、排毒等措施，做好工业"三废"的综合治理，努力改善劳动条件。

2）组织措施：合理组织和安排劳动过程，建立健全劳动制度，贯彻执行国家制定的卫生法规。

3）卫生保健措施：做好就业前体格检查，发现易感者和就业禁忌证；进行职业卫生宣教，增强职工的自我保健意识，自觉建立科学、文明、健康的行为生活方式，使机体处于良好的状态；注意平衡膳食和保健食品的供给；加强锻炼，提高机体抵抗力。

（2）二级预防：又称临床前期预防，通过早期发现、早期诊断、早期治疗的预防措施，争取较好的治疗效果，防止职业病的进展。

（3）三级预防：又称临床预防，目的是使患者在明确为职业病后，能得到及时、合理的处理，预防并发症和伤残，促进康复。

（二）工作有关疾病

工作有关疾病也叫职业性多发病，由于生产环境及劳动过程中某些不良因素，造成职业人群常见病发病率增高、潜伏的疾病发作或现患疾病的病情加重等，这类疾病统称工作有关疾病。工作有关的疾病的特点：其他职业人群也会发生这种疾病；职业因素可以促使疾病的发生和加重；职业因素不是唯一的直接致病因素，而是诱因和加重因素；调离职业或改善劳动条件后，该病可以缓解或停止发展。

1. 工作有关疾病特点

（1）工作有关疾病的病因往往是多因素的，职业性有害因素是该病发生发展中的许多因素之一，但不是唯一因素。

（2）职业因素影响了健康，从而促使潜在疾病暴露或病情加重、加速或恶化。

（3）控制或改善职业环境，除可消除相应的职业病外，也可减少工作有关疾病，使原有疾病缓解。

2. 常见的工作有关的疾病

（1）与职业有关的肺部疾病：如慢性支气管炎、肺气肿或支气管哮喘及其所引起的慢性咳嗽、咳痰、劳动或休息时气急等征象。吸烟、反复感染、作业场所空气污染和不良的气象条件，常为此病的病因或诱发因素。其中吸烟及职业性化学有害因素的作用有时会成为致病因素。

（2）骨骼及软组织损伤：如腰背痛、肩颈痛等，主要由外伤、提重或负重、不良体位及不良气象条件等因素引起。在建筑、煤矿、搬运工人中更为常见。

（3）与职业有关的心血管系统疾病：长期接触噪声、振动和高温会导致高血压的发生。过量铅、镉等有害因素的接触，也能使肾脏受损而引起继发性高血压。高度精神紧张的作业、噪声和寒冷均可诱发冠心病。

（4）生殖紊乱：经常接触铅、汞、砷及二硫化碳等职业危害因素者，早产及流产发病率增高。

（5）消化系统疾病：某些职业因素可影响胃及十二指肠溃疡的发生与发展，如高温作业工人由于出汗过多、盐分丧失，导致消化不良及溃疡发病率增高；又如重体力劳动者和精神高度紧张的脑力劳动者，同时又吸烟（或酗酒）较多者均可导致溃疡病多发。

（三）工伤

工伤是指劳动者在从事劳动生产过程中，由于外部因素直接作用而引起机体组织的突发性意外损伤。

工伤可分为机械伤、烧伤、化学伤及电伤等。轻工伤可误工误时，或一时性丧失劳动能力，影响劳动者健康。严重的工伤可以致伤、致残、致死。

工伤产生的原因：生产设备质量差或维修不善，缺乏安全教育和安全防护装置；劳动组织制度不健全或管理不力；劳动者的心理素质或健康状况不良等。

第二节　生产性毒物与职业中毒

毒物是指在一定条件下，摄入较小剂量时可造成生物体功能性或器质性损害的化学物。在生产过程中使用或产生的毒物称生产性毒物。劳动者在从事生产劳动的过程中，由于接触由生产性毒物引起的中毒称职业中毒。职业中毒是法定职业病中的一大类，也是严重危害劳动者健康的一大类疾病。

一、概述

（一）生产性毒物存在的形态与接触机会

1. 毒物存在的形态　毒物在生产过程中能以多种形式出现，同一化学物质在不同行业或不同生产环节呈现的形式也不同。生产性毒物有以下几种形态：①气体：常温常压下呈气态物质，如氯气、二氧化硫等。②蒸气：固体升华、液体蒸发所形成，如苯蒸气等。③雾：为混悬在空气中的液体微滴，如喷洒农药时形成的农药雾等。④烟尘：为飘浮在空气中直径小于0.1 μm的固体微粒，如熔铅时的铅烟等。⑤粉尘：为直径大于0.1 μm的且能较长时间悬浮于空气中的固体微粒，如矽尘等。

飘浮在空气中的粉尘、烟、雾统称气溶胶。

2. 生产性毒物接触机会　生产性毒物可存在于生产过程中的各个环节，如原料、中间产品、辅助材料、成品、副产品、夹杂物或废弃物等。在生产劳动过程中，可能接触到毒物的操作或生产环节主要有原料的开采与提炼，材料的搬运、储藏、加工，加料与出料，成品处理与包装，采取样品和检修设备等辅助操作，生产中使用，如农业生产中喷洒杀虫剂。

此外，有些作业虽未使用有毒物质，但在特定情况下亦可接触到毒物乃至发生中毒。例如，进入地窖、矿井下废巷道或清除化粪池时可发生硫化氢中毒；用氧乙炔焊接或切割具有聚四氟乙烯配件的作业过程可接触到氟塑料热解物。

（二）生产性毒物进入人体的途径

在生产条件下毒物主要经呼吸道、皮肤进入人体亦可经消化道进入人体。

1. 呼吸道　呈气体、蒸汽、气溶胶状态的毒物可经呼吸道进入体内。进入呼吸道的毒物，通过肺泡直接进入大循环，毒性作用发生快。大部分职业中毒系毒物由此途径进入体内而引起的。

2. 皮肤　在生产劳动过程中毒物经皮肤吸收而致中毒者也较常见。某些毒物可透过完整皮肤而进入体内。例如有机磷、芳香族的氨基、硝基等脂溶性化合物，同时又具有一定的水溶性，可通过表皮屏障吸收。经皮肤吸收途径有两种，一是通过表皮屏障到达真皮，进入血液循环；另一种通过汗腺，或通过毛囊与皮脂腺，绕过表皮屏障而到达真皮。毒物经皮肤吸收后也不经肝脏而直接进入大循环。除毒物本身的化学性质外，影响经皮肤吸收的因素还有毒物的浓度和黏稠度，接触皮肤的部位、面积，溶剂种类及外界气温、气湿等。

3. 消化道　生产性毒物经消化道进入体内而致职业中毒的机会较少。个人卫生习惯不好和发生意外时（如进食被毒物污染的食物或饮水及误服毒物等）可经消化道进入体内，主要是固体、粉末状毒物。不可忽略的是，进入呼吸道的难溶性气溶胶被清除后，可经由咽部而进入消化道。进入消化道的毒物主要在小肠吸收，大部分经门脉、肝脏再入大循环。有的毒物如氰化物，在口腔内即可经黏膜吸收。

（三）毒物在体内的代谢

1. 分布与生物转化　毒物被吸收后，随血循环分布到全身。在全身分布的情况，很大程度上取决于其通过细胞的能力及与体内各组织的亲和力。有的分布可能相对均

匀，有的可相对集中于身体的某些部位。例如，铅、汞、锰、砷等主要分布于骨骼、肌肉、肝脏、肾脏等处，苯、二硫化碳等脂溶性毒物多分布于骨髓及脂肪组织，这种相对集中也是动态的，在接触毒物的不同时期会有改变。

毒物被吸收后，在酶的催化和体内生化过程的作用下，其化学结构发生一定改变，称毒物的生物转化。生物转化所导致的基本改变是将亲脂性物质转变为更具极性和水溶性的物质，使之更快地随尿或胆汁排出体外，同时也使其透过细胞膜进入细胞的能力及同血浆蛋白、组织蛋白、脂肪组织的亲和力减弱，从而消除或减少其生物学效应，这一转化过程称解毒。另一方面，有些物质经过生物转化反而增强了毒性，这一转化过程称活化。许多致癌物，如芳香胺，就是经过体内代谢而被激活的。

2. 排出　进入体内的毒物可经转化后或不经转化而排出。肾脏是体内排出毒物及其代谢产物的最主要的器官，如铅、汞、苯等的代谢产物大多随尿排出。气体及挥发性毒物（如一氧化碳、苯等）可经呼吸道排出，经口摄入而未被吸收的部分毒物可随粪便排出，一些吸收的毒物在肝脏与葡萄糖醛酸结合后，随胆汁排入肠道后随粪排出。有些毒物随胆汁排入肠管后可再被吸收，构成肠肝循环。此时毒物虽能再次排入肠道，但排出速度显著减慢。有的毒物可以经乳汁、唾液、汗液排出，但其量甚微。

3. 蓄积　在持续接触某些毒物时，吸收速度超过转化和排泄速度，储存在某些组织或器官中的毒物逐渐增加的现象称蓄积。蓄积达到一定量后，可对机体造成损害，因此，蓄积是发生慢性中毒的基础。具有蓄积现象的毒物有铅、汞、锰、砷等。

（四）影响毒物对机体作用的因素

接触生产性毒物时机体不一定受到损害，导致中毒是有条件的。毒物对机体所致有害作用的程度与特点，取决于一系列因素和条件。

1. 毒性　毒性是指毒物引起生物体损害的能力。毒性与毒物本身的化学性质和物理性质有关，直接决定毒物对机体所产生的损害性质和程度。最常用的毒性参数为半数致死量（LD_{50}）或半数致死浓度（LC_{50}），常根据化合物LD_{50}对急性毒性进行分级（表4－1）。

表4－1　化学物质的急性毒性分级

毒性分级	经口 LD_{50}（mg/kg）	吸入 LD_{50}（mg/m^3）	经皮肤 LD_{50}（mg/kg）
剧毒	<25	<200	<100
高毒	25～	200～	100～
中等毒	500～	2 000～	500～
低毒	>5 000	>20 000	>2 500

2. 剂量、浓度、作用时间　毒物进入人体后，达到一定的剂量才会引起中毒，毒物进入人体的量与接触的浓度和接触的时间有密切关系。从事接触毒物的作业中，发生中毒的概率、人体受损害的程度与生产环境中毒物的浓度及接触时间有直接联系。降低环境中毒物浓度、减少进入体内的毒物量是预防职业中毒的重要环节。

3. 联合作用　在生产环境中常有数种毒物同时存在，这些毒物对人体可能产生联合作用。联合作用可表现为独立作用、相加作用、增强作用和拮抗作用，从而改变毒物的作用性质和程度。

4. 个体差异　人体的健康状况、性别、年龄、营养、遗传及免疫状态等因素的差异，对中毒的发生、发展也都有重要影响。

（五）职业中毒的诊断

职业中毒诊断是一项政策性较强的工作，一些中毒，特别是某些慢性中毒的诊断难度比较大。因此，在实际诊断中，应着眼于弄清所接触毒物的种类和导致中毒的条件，细致分析临床资料，排除非职业性疾病的可能。

1. 职业史　详尽了解患者接触毒物有关的情况，从而判断该患者在生产劳动中是否接触毒物，其程度如何，这是诊断职业中毒的前提。

2. 劳动卫生条件调查　深入生产现场弄清患者所在岗位的生产工艺过程、可能接触的职业性有害因素、空气中毒物浓度、个体防护与个人卫生情况等，从而判断患者在该作业环境中工作是否有中毒的可能性，这是诊断职业中毒的基本依据。

3. 症状与体征　根据临床表现来判断符合哪类毒物中毒，出现的症状与所接触毒物的毒作用是否相符。特别要了解临床症状的出现在时间上是否与接触毒物有密切关系。在诊断中尤其要注意与非职业性疾病相鉴别。

4. 实验室检查　实验室检查对职业中毒的诊断具有十分重要的意义。应围绕以下三方面进行实验室检查：一是反映毒物吸收的指标（如血铅、尿酚、发汞等）；二是反映毒作用的指标（如铅对卟啉代谢的影响导致 δ-氨基-γ-酮戊酸等指标的改变）；三是反映毒物所致病损的指标。毒物进入体内的量大、时间长可产生组织脏器的损害，如血、尿常规，肝、肾功能及某些酶活力的改变，可以反映毒物对人体组织器官是否产生了损害及损害的程度。所测定的各项指标常是互相联系的，须全面考虑，进行综合分析判断。

（六）职业中毒的急救和治疗原则

职业中毒的治疗可分为病因治疗、对症治疗及支持治疗三类。病因治疗的目的是阻止毒物继续进入体内，促使毒物排泄及拮抗或解除其毒作用。对症治疗是为缓解毒物引起的主要症状，以促进人体功能的恢复。支持治疗能提高患者抗病能力，促使早日恢复健康。

1. 急性职业中毒

（1）现场急救：立即让患者停止接触毒物，尽快将患者移至空气流通处，保持呼吸通畅。患者的衣服、皮肤已被污染时，须将衣服脱下，用温水或肥皂水洗净皮肤。如出现休克、呼吸心跳停止等，立即进行紧急抢救。

（2）防止毒物继续吸收：患者到达医院后，如在现场清洗不够彻底，应重复冲洗。气体或蒸汽吸入中毒时，可给予吸氧，加速毒物经呼吸道排出。如系经口中毒，须尽快催吐、洗胃或导泻。

（3）加速排出或中和已进入体内的毒物：许多化学物中毒可利用透析疗法，使毒物通过透析膜而排出体外。对严重中毒性溶血患者可考虑换血疗法。

(4) 消除进入体内毒物的作用：尽快使用络合剂或其他特效解毒疗法。金属中毒可用二巯基丙醇，二巯基丙磺钠、二巯基丁二钠或依地酸钙钠等络合剂。中毒性高铁血红蛋白血症可用亚甲蓝或维生素C治疗。急性氰化物中毒时给予亚硝酸钠，并迅速给予硫代硫酸钠，使氰化物成为硫氰酸盐排出体外。急性有机磷农药中毒使用氯磷定或阿托品等。严重一氧化碳中毒时主要给予吸氧疗法，特别是吸入高压氧是很有效的急救措施。

2. 慢性职业中毒　早期慢性中毒常是功能性的、可逆性的改变，而晚期则形成较严重的器质性病变。故对慢性职业中毒应立足于早诊断、早治疗。

首先要使慢性中毒患者脱离毒物接触，并适当地增加患者的营养和休息时间。选择治疗职业中毒的特效解毒剂或拮抗治疗药物，并进行对症治疗。经治疗后，应及时为患者做好劳动能力鉴定并进行合理的工作安排。

（七）职业中毒的预防

1. 根除毒物　从生产工艺流程中消除有毒物质，用无毒或低毒物质代替有毒物质。

2. 降低毒物浓度　通过革新技术、改造工艺、通风排毒、合理布局等，降低空气中毒物浓度使之达到乃至低于最高容许浓度，是预防职业中毒的中心环节。

3. 加强个体防护　为防止毒物进入人体，可采用防护服、防护面具、防毒口罩等防护用具。同时，加强健康教育和安全卫生管理，普及防毒知识，提高作业者进行个人防护的自觉性；实施就业前体检和定期的健康检查，增强体质，做到早期发现，及时处理。

4. 加强环境监测　加强生产管理，定期对车间空气中毒物浓度进行监测，发现毒物超标，及时采取措施。

二、常见的几种职业中毒

（一）铅中毒

铅是一种银灰色重金属，熔点327 ℃，在生产环境中，当熔铅温度为400～500 ℃时，即可产生大量的铅蒸气，并在空气中迅速氧化形成氧化亚铅，冷凝成铅烟、铅尘，污染生产环境。

1. 接触机会　接触铅作业主要有铅的开采与冶炼、铅板、铅管、电缆护套、蓄电池的生产等，铅还是颜料、农药和某些医药品的原料之一，日常生活中也可以接触铅，如含铅汽油尾气的排放、油漆家具、塑料制品、化妆品，某些食品中含铅量也高，如皮蛋、某些蔬菜等。

2. 中毒机制　铅在生产环境中，主要是以铅烟、铅尘或铅蒸气形式经呼吸道吸入。被吸收的铅进入血液循环，大部分与红细胞结合形成可溶性磷酸氢铅而分布全身，以肝、肾内浓度较高，几周后，铅由软组织转移到骨，并以难溶性磷酸铅的形式沉积下来，人体内90%～95%的铅储存于骨骼。铅在体内的代谢与钙相似，当机体缺钙或创伤、感染及服用酸性药物时，体内酸碱平衡失调，骨骼内的铅重新进入血液，使血铅浓度升高，而诱发铅中毒或使原有的症状加重。铅主要随尿排出，少量可随粪便、乳汁、唾液、汗液和月经排出，血铅还可经胎盘作用于胎儿。

铅作用于全身各系统和器官，主要累及神经、造血、消化、心血管系统及肾。

（1）对造血系统影响：铅对血红素的合成过程的影响主要是引起卟啉代谢障碍。铅主要抑制δ-氨基酮戊酸脱水酶（δ-ALAD）和血红素合成酶。当δ-ALAD受抑制后，δ-氨基酮戊酸（δ-ALA）形成卟胆原的过程受阻，使血δ-ALA增加，而由尿排出；血红素合成酶受抑制后，导致卟啉原形成血红素的过程受阻，血红素合成减少；铅对δ-氨基酮戊酸合成酶（δ-ALAS）、粪卟啉原氧化酶也有抑制作用。铅影响卟啉代谢，导致血红素合成障碍，血红蛋白量减少，是较重要和较早的变化之一。

此外，铅也可直接作用于红细胞，使其脆性增加，导致溶血和贫血；铅作用于血管，引起血管痉挛，出现腹绞痛、铅性面容或视网膜小动脉痉挛。

（2）铅对神经系统影响：使大脑皮质兴奋和抑制的正常功能发生紊乱及直接损伤周围神经。

3. 临床表现　职业性接触中的铅中毒主要为慢性中毒，随着生产条件的改善和定期的健康检查，目前严重和典型的铅中毒患者很少见。慢性铅中毒的患者多以神经系统、消化系统和血液系统症状为主。

（1）神经系统：①早期和常见的症状是神经衰弱综合征，如头昏、头痛、乏力、失眠、记忆力下降等症状。②周围神经病，表现为感觉型、运动型或两者兼有的混合型症状。感觉型表现为四肢末端呈手套、袜套样感觉减退；运动型表现为握力下降，伸肌无力甚至麻痹，出现腕下垂或垂足症；混合型则上述两者症状皆有之。个别严重中毒的患者中，可出现癫痫样发作、精神障碍或脑神经损害的中毒性脑病。

（2）消化系统：口内有金属味，齿龈边缘可有蓝黑色“铅线”，腹胀、腹隐痛、腹泻或便秘是慢性铅中毒患者的常见症状。腹绞痛是铅中毒的典型症状之一，常为突然发作，呈持续性绞痛，部位多在脐周，发作时患者面色苍白、大汗淋漓，常伴呕吐、烦躁不安、体位蜷曲，一般镇痛药不易缓解。如果出现顽固性便秘，则常是腹绞痛的先兆。检查时腹部平软，无固定压痛点，无反跳痛，肠鸣音减弱，手按压腹部疼痛可缓解。

（3）血液系统：表现为铅性面容和贫血，患者面部及肢端呈灰白色，常呈低色素性正常红细胞型贫血。外周血中点彩红细胞、网织红细胞和多嗜性红细胞增多等。

（4）其他：肾脏损害严重时，可出现蛋白尿及肾功能减退；另外，女性患者常出现月经不调、流产、早产等。

4. 诊断　根据职业史，结合临床症状、实验室检查、劳动条件调查，必要时可做驱铅试验。我国《职业性慢性铅中毒诊断标准》（GBZ 37—2002）有具体规定。

（1）铅吸收：有密切的铅接触史，无铅中毒的临床表现，尿铅或血铅含量增高。

（2）轻度铅中毒：出现轻度神经衰弱综合征，口腔有金属味，可伴有腹胀、腹部隐痛、便秘等症状，尿铅或血铅量增高。尿中δ-ALA增多，或血红细胞游离原卟啉阳性、红细胞锌原卟啉阳性。

（3）中度铅中毒：在轻度中毒的基础上，具有下列一项表现者：①腹绞痛；②贫血；③轻度中毒性周围神经病。

（4）重度铅中毒：具有铅麻痹或铅脑病者。

5. 防治原则

（1）治疗：轻度铅中毒，可做驱铅治疗和对症治疗，一般不必调离原工作。常见

的驱铅治疗药物首选依地酸钙钠：每日 1 g，加于 25% 葡萄糖注射液 40 mL 内静脉注射或加入 10% 葡萄糖注射液 250 mL 内静脉滴注，3 ~ 4 d 为一个疗程，疗程间隔 3 ~ 4 d。中度铅中毒患者除驱铅治疗外，原则上应调离铅作业。重度铅中毒患者必须调离铅作业，并给予积极治疗和休息。

（2）预防：预防铅中毒关键在于消除和控制铅发生源。其措施有：①用无毒或低毒物质代替铅及其化合物。②降低车间空气中的铅浓度。③加强个人防护，不在铅作业车间内吸烟、进食，不饮酒或少饮酒等，饭前洗手，下班淋浴，坚持车间内湿式清扫制度。④加强监测，定期测定车间空气中铅的浓度。⑤进行就业前健康检查，筛选就业禁忌证。⑥定期健康检查，早发现、早诊断、早治疗。

（二）汞中毒

汞是银白色液态金属，在常温下即能蒸发，温度越高蒸发越快。汞的表面张力大，溅落在地面或工作台面上后立即分散形成细小汞珠，增加蒸发的表面积。汞的吸附性强，极易吸附于不光滑的墙面、地面、工作台等处，造成二次污染。

1. 接触机会　汞的应用十分广泛，生产性接触主要来自汞矿的开采及冶炼、冶金、仪表、电子、化工、医药等行业。外界环境中的汞很容易在微生物的作用下甲基化，产生毒性更大的甲基汞。

2. 中毒机制　在生产环境下，汞主要经呼吸道吸入汞蒸气及呈气溶胶状态的汞化合物，也可以经消化道、皮肤黏膜侵入。金属汞进入血液被氧化成 Hg^{2+} 后，与血浆蛋白、血红蛋白上的巯基结合，也可以与低分子巯基化合物如半胱氨酸、还原型谷胱甘肽等结合，使体内许多重要的含巯基酶活性丧失，进而影响机体正常代谢。肾组织中金属硫蛋白与汞结合，使汞在肾脏蓄积。如果此种蛋白与汞结合而耗尽，则出现肾损害。

3. 临床表现　职业性急性汞中毒较少见，一般以慢性中毒为主。慢性汞中毒主要有三大典型表现：①易兴奋：在神经衰弱的基础上出现慢性汞中毒特有的神经精神症状，主要表现有烦躁易怒、易激动、无故哭笑等，有的呈抑郁表现，如胆小害羞、孤独沉默、感情脆弱等。②震颤：多为意向性震颤，当患者从事精细动作、情绪紧张或注意力集中时震颤更加明显，但在安静或睡眠时消失。病情严重时震颤可波及全身，使患者难以进食、行走等。③口腔炎：是汞随唾液排泄过程中对口腔黏膜、牙龈、牙齿造成的损害。初期口内有金属味，流涎增多，口腔黏膜充血，牙龈肿胀、易出血，牙齿酸痛等，继之可发展为口腔黏膜和舌肿胀或溃疡，牙龈溃烂萎缩、牙齿松动易脱落等。口腔卫生不良者齿龈边缘处可见暗蓝色的"汞线"。此外，少数患者可出现蛋白尿或红细胞尿等肾脏损害表现，部分患者可有胃肠功能紊乱、肝损害、脱发、妇女月经紊乱等症状。

4. 诊断　根据接触金属汞的职业史、临床表现及实验室检查或驱汞试验结果，参考劳动卫生学调查资料，进行分析，排除其他病因后，方可诊断。

（1）轻度中毒：有神经衰弱症候群和轻度易兴奋的表现，可有轻度手指、舌、眼睑震颤及口腔炎或牙龈炎。尿汞量一般超过 0.25 μmol/L（二硫腙法）。

（2）中度中毒：上述临床表现加重，并有精神性格的改变，震颤明显加剧，可以影响工作能力。

（3）重度中毒：除中度中毒的临床表现外，有明显的神经精神症状，手、足及全身有粗大的震颤，并有共济运动失调等中毒性脑病表现。

5. 防治原则

（1）治疗和处理：患者应脱离汞作业，进行驱汞治疗和对症治疗。驱汞治疗的药物有二巯基丙磺钠、二巯基丁二钠。两者为巯基络合物，可以保护人体巯基酶不受汞的损害，也可以保护被汞作用而失去活性不久的酶，一旦巯基与汞结合后，由肾脏排出。

（2）预防：改善生产设备、改革工艺流程，达到生产密闭化、自动化；用无毒原料代替汞，如用酒精温度计代替汞温度计；降低车间汞蒸气浓度；加强个人防护，建立必要的卫生制度；有神经系统、肝、肾器质性疾病，自主神经功能紊乱，精神病者均不宜从事汞作业。

（三）苯中毒

苯是一种无色、透明、有芳香气味的芳香烃类化合物。苯在常温下呈油状液态，易燃，易挥发，有爆炸性，微溶于水，易溶于乙醇、乙醚等有机溶剂。

1. 接触机会　苯广泛用于工农业生产中的有机溶剂和化工原料，主要接触机会有：①提炼苯及其同系物的生产过程，如煤焦油分馏或石油裂解。②以苯为原料的化工行业，如生产酚、硝基苯、染料等。③以苯作为溶剂或稀释剂的工业，如橡胶加工、制鞋、喷漆行业等。

2. 中毒机制　苯主要以蒸气形式经呼吸道吸收进入人体，进入机体的苯迅速随血液循环分布全身，吸收后的苯约50% 以原形从呼吸道重新排出；40%左右在体内氧化成酚类，与硫酸根或葡萄糖醛酸结合随尿排出，或者进一步氧化分解成二氧化碳排出体外；少量蓄积在骨髓、脑及神经系统等富含脂肪的组织中。测定尿酚可反映近期苯接触的程度。

苯的中毒机制目前尚未完全清楚，一般认为苯的急性毒作用主要是对中枢神经系统的麻醉作用。苯具有亲脂性，可吸附于神经细胞的表面，使细胞氧化还原功能受到抑制，腺苷三磷酸（ATP）合成减少，乙酰胆碱不能形成而导致麻醉作用。苯的慢性毒作用主要表现为对造血功能的损害。一般认为主要由苯的代谢产物酚类等所致。

3. 临床表现

（1）急性苯中毒：急性苯中毒较少见，多由于短时间内吸入大量苯蒸气而引起。主要表现为中枢神经系统的症状，轻者表现黏膜刺激症状，以及头晕、头痛、恶心、呕吐、面色潮红、兴奋性增高或呈“酒醉状态”，严重时可出现神志模糊、昏迷、抽搐、瞳孔散大、对光反射消失、血压下降等，甚至可因呼吸中枢麻痹和循环衰竭而死亡。尿酚、血苯测定升高。

（2）慢性苯中毒：造血系统损害是慢性苯中毒的主要特征，早期以白细胞总数和中性粒细胞数减少为主要表现，中期可出现血小板减少，患者表现有皮下及黏膜出血倾向，如皮肤发绀、鼻出血、齿龈出血及月经过多等，严重者可出现骨髓象的改变和再生障碍性贫血，表现为全血细胞减少，甚至可发展为白血病。苯引起的白血病以急性粒细胞性多见。

（3）其他症状：皮肤长期接触苯可引起干燥、脱屑、皲裂、脱脂性皮炎等，部分

患者可有肝损害等症状。

4. 诊断 职业性苯中毒的诊断主要依据短期大量或长期密切接触苯的职业史，以中枢神经系统或造血系统损害为主的临床表现，参考作业环境现场调查及空气中苯浓度测定等资料，排除其他疾病后，综合分析而确诊。

5. 防治原则

（1）治疗：急性中毒患者应立即移至空气新鲜处，脱去被污染的衣物，清除体表污染物，误服苯者应及时洗胃。呼吸抑制时给予氧气和辅以人工呼吸，忌用肾上腺素。慢性苯中毒的治疗原则是恢复已经受损的骨髓造血功能，发生再生障碍性贫血或白血病者按内科治疗原则进行治疗。

苯中毒一经确诊，除积极治疗外，应调离苯作业，并根据病情安排休息。

（2）预防：主要以综合性措施为主。例如，以无毒、低毒物质代替苯，改革生产工艺，加强通风排毒，并定期监测车间内苯的浓度，做好就业前体检，做好个人防护，并开展定期健康检查工作。

第三节 生产性粉尘与尘肺

生产性粉尘是指在生产中形成的能较长时间飘浮在空气中的固体微粒。长期吸入生产性粉尘引起的以肺组织纤维化为主的全身性疾病称肺尘埃沉着病，又称尘肺。

一、概述

（一）粉尘的来源与分类

生产性粉尘来源甚广，几乎所有工厂和矿山在生产过程中均可产生粉尘，如矿山开采、凿岩、爆破；矿石粉碎、磨粉及包装；机械工业的铸造、翻砂及清砂；耐火材料、玻璃、水泥、陶瓷业的原料加工等均可产生粉尘，污染生产环境。根据生产性粉尘的性质，可分为以下三类。

1. 无机性粉尘

（1）金属性粉尘：铝、铁、锡、铅、锰等金属及其化合物粉尘。

（2）非金属的矿物粉尘：石英、石棉、滑石、煤等。

（3）人工无机粉尘：水泥、玻璃纤维、金刚砂等。

2. 有机性粉尘

（1）植物性粉尘：木尘、烟草、棉、麻、谷物、茶、甘蔗等粉尘。

（2）动物性粉尘：畜毛、羽毛、角粉、骨质等粉尘。

（3）人工有机性粉尘：如染料、炸药、人造纤维。

3. 混合性粉尘 是指在作业环境中，两种或两种以上粉尘同时混合存在，如矽尘和煤尘，金属粉尘和矽尘，是生产中最常见的粉尘存在形式。

（二）粉尘的理化性质及卫生学意义

1. 粉尘的化学组成 粉尘的化学成分决定了粉尘对机体的毒害作用的性质和程度。

如吸入含游离二氧化硅的粉尘可引起矽肺，含铅、锰等有毒物质的粉尘可引起相应的中毒，含棉、麻等有机粉尘可引起呼吸道炎症和变态反应。

2. 粉尘的浓度　生产环境中的粉尘浓度越高，人体吸收量越多，对人体的危害越大。粉尘浓度常以每立方米空气中所含粉尘量（mg/m^3）来表示。

3. 粉尘的分散度　分散度是指物质被粉碎的程度。粉尘的粒径大小用微米表示。粒径越小，分散度越高，沉降速度越慢，飘浮在空气中的时间越长，吸入体内的机会也越多。分散度与尘粒在呼吸道的阻留有关。一般直径 10 μm 以上的尘粒，可很快降落地面，即使吸入，大部分可阻留鼻腔；直径 10 μm 以下的粉尘可较长时间悬浮在空气中，吸入后大部分在呼吸道内沉着；而直径 5 μm 以下的尘粒才能到达肺部，其中又以直径 1 ~ 2 μm 的尘粒在肺中阻留率最高。因此，在生产环境中，直径 10 μm 以下的粉尘具有重要的卫生学意义。

（三）接触机会

在各种不同的生产环境，可以接触到不同性质的粉尘。例如，在采矿、开山采石、建筑施工、铸造、耐火材料及陶瓷等行业，主要接触的粉尘是石英的混合粉尘；石棉开采、加工制造石棉制品时接触的是石棉或含石棉的混合粉尘；焊接、金属加工、冶炼时接触金属及其化合物粉尘；农业、粮食加工、制糖工业、动物管理及纺织工业等，接触植物或动物性有机粉尘为主。

（四）粉尘进入人体的途径

粉尘主要通过呼吸道进入人体肺脏，进入肺泡内的粉尘，一部分随呼气排出；另一部分被吞噬细胞吞噬后，通过肺泡上皮表面的一层液体的张力，被移送到具有纤毛上皮的呼吸性细支气管的黏膜表面，并由此传送出去；还有一部分粉尘被吞噬细胞吞噬后，通过肺泡间隙进入淋巴管，流入肺门。直径小于 3 μm 的尘粒，大多数是通过吞噬作用而被清除的。而进入和残留在肺门淋巴结内的粉尘，只是吸入粉尘的一小部分。虽然人体有良好的防御功能，但在一定条件下，如果防尘措施不好，长期吸入浓度较高的粉尘，则仍可产生不良影响。

（五）粉尘对人体健康的影响

粉尘除可引起尘肺外，长期接触还可能引起其他一些疾病。例如，大麻、棉花等粉尘可引起支气管哮喘、哮喘性支气管炎、湿疹及偏头痛等变态反应性疾病。破烂布屑及某些农作物粉尘可能成为病原微生物的携带者，如带有丝菌属、放射菌属的粉尘进入肺内，可引起肺霉菌病。石棉粉尘除引起石棉沉着病（石棉肺）外，还可引起间皮瘤。经常接触生产性粉尘，还会引起皮肤、耳及眼的疾病。例如，粉尘堵塞皮脂腺可使皮肤干燥，易受机械性刺激和继发感染而发生粉刺、毛囊炎、脓皮病等；混于耳道内皮脂及耳垢中的粉尘，可促使形成耳垢栓塞；金属和磨料粉尘的长期反复作用可引起角膜损伤，导致角膜感觉丧失和角膜混浊。在采煤工人中，还可见到粉尘引起的角膜炎等。

二、尘肺

（一）尘肺分类

尘肺是职业病中影响面最广、危害最严重的一类疾病。我国法定职业性中尘肺有

13 种，即硅沉着病（矽肺）、煤工尘肺、石墨尘肺、炭黑尘肺、石棉沉着病（石棉肺）、滑石尘肺、水泥尘肺、云母尘肺、陶工尘肺、铝尘肺、电焊工尘肺、铸工尘肺，以及根据《尘肺病诊断标准》和《尘肺病理诊断标准》可以诊断的其他尘肺。

（二）矽肺

矽肺是由于生产过程中，长期吸入游离二氧化硅（矽，SiO_2）含量较高的粉尘所致的以肺组织纤维化为主的疾病。矽肺患者约占尘肺的一半。

1. 接触作业　游离二氧化硅在自然界中分布很广，是地壳的主要成分，约 95% 的矿石中含有游离二氧化硅，如石英中游离二氧化硅量可达 99%，故通常以石英代表游离二氧化硅。接触含有 10% 以上游离二氧化硅的粉尘作业，称矽尘作业。常见的矽尘作业有矿山采掘时使用风钻凿岩或爆破、选矿，开山筑路、修建水利工程及开凿隧道，工厂如玻璃厂、石英粉厂、耐火材料厂等生产过程中矿石原料破碎、碾磨、筛选、配料，机械制造业中铸造车间的型砂粉碎、调配、铸件开箱、清砂及喷砂等作业。

矽肺是严重的职业病，一旦发生，即使脱离接触仍可缓慢进展，迄今无满意的治疗方法，给患者带来的经济负担和精神压力极大。随着乡镇企业的迅速发展，矽尘作业分布面更广，接触人数也更多，而不少企业设备简陋、劳动条件差，使新的矽肺病例不断发生。

2. 影响矽肺发生的因素

（1）空气中粉尘浓度及游离二氧化硅含量：在生产环境中游离二氧化硅含量越高，粉尘浓度越大，吸入机体的量越多，发生矽肺的可能性越大。

（2）接触时间：矽肺的发展是一个慢性过程，一般在持续吸入矽尘 5 ~ 10 年发病，有的长达 20 年以上。但持续吸入高浓度、高游离二氧化硅含量的粉尘，经 1 ~ 2 年即可发病，称速发型矽肺。有些矽尘作业工人，在离开粉尘作业时没有发现矽肺的征象，但日后出现矽结节，并诊断为矽肺，为迟发型矽肺。

（3）机体状态：人体呼吸道有一系列的防御装置，吸入的粉尘首先通过鼻腔，因鼻毛的滤尘作用和鼻中隔偏曲而阻留，一般为吸入粉尘量的 30% ~ 50%；进入气管、支气管的粉尘，极大部分可由支气管的分叉、黏膜上皮纤毛运动而阻留并随痰排出；部分尘粒被巨噬细胞或肺泡间质巨噬细胞吞噬成为尘细胞，尘细胞或未被吞噬的游离尘粒可沿着淋巴管进入肺门淋巴结。

游离二氧化硅粉尘对尘细胞有杀伤力，是造成矽肺病变的基础。一般来说，进入呼吸道的粉尘 98% 在 24 h 内通过各种途径排出体外，粉尘浓度越大，超过机体清除能力时，滞留在肺内的量越大，病理改变也越严重。

呼吸系统感染尤其是肺结核，能促使矽肺病程迅速进展和加剧。此外，个体因素如年龄、健康素质、个人卫生习惯、营养状况等也是影响矽肺发病的重要条件。

3. 矽肺的发病机制　矽肺的发病机制十分复杂，虽然对于矽尘引起肺纤维化机制有许多学说，如机械刺激说、化学中毒说、表面活性说、免疫说，近年来还有学者试图用自由基反应来解释，但至今都无满意的全面解释。一般认为，石英的溶解度很低，吸入后，能在肺内长期存留，当它沉积在肺泡中时能很快被巨噬细胞吞噬，石英表面的羟基基团与次级溶酶体膜上脂蛋白中的受氢体（氧、氮、硫等原子）形成氢键，改变膜

的通透性，使溶酶体内的酶释入到胞浆中，引起细胞自溶死亡，尘粒又释放出来，再被其他巨噬细胞吞噬，吞噬和死亡的过程反复发生。尘细胞的死亡是矽肺发病的首要条件。巨噬细胞崩解后能释放出一种致纤维化因子（H 因子），它刺激成纤维细胞，进而胶原纤维增生，尘细胞崩解后，还可能释放出一种抗原物质，引起免疫反应。抗原抗体的复合物沉积于胶原纤维上发生透明性变。肺内矽尘能作用于肺泡Ⅱ型上皮细胞，增加其表面活性物质的分泌，肺泡Ⅱ型上皮细胞也能转化为巨噬细胞，或释放出脂类物质刺激骨髓干细胞，使巨噬细胞大量增殖并聚集。

4. 矽肺的临床特点

（1）症状和体征：患者早期无明显症状，随病情进展，或有并发症时，出现气短、胸闷、胸痛、咳嗽、咯痰等症状和体征。胸闷、气急程度与病变范围及性质有关，这是由于肺组织的广泛纤维化，使肺泡大量破坏，支气管变形、狭窄、痉挛，以及胸膜增厚和粘连，使通气及换气功能损害。当活动或病情加重时，呼吸困难可加重。早期患者多数无明显的阳性体征，少数患者两肺可听到呼吸音粗糙、减弱或干啰音；支气管痉挛时可闻及哮鸣音，合并感染可有湿啰音，若有肺气肿，则呼吸音降低。

（2）X 线表现：

1）肺纹理改变：矽肺的基本病理变化是肺组织内有特征性的结节形成和弥漫性间质纤维化，在胸部 X 线片上表现为肺纹理增多、增粗，出现圆形或不规则小阴影。晚期 X 线片上显示融合块状大阴影。根据这些改变的分布范围及密集程度，通过综合分析可确定矽肺期别。

2）肺门改变：由于尘细胞有肺门淋巴结积聚，纤维组织增生，可使肺门阴影扩大，密度增高。晚期由于肺部纤维组织收缩和团块的牵拉，使肺门上举外移，肺门阴影可呈“残根样”改变。如果在淋巴结包膜下有钙质沉着可呈现蛋壳样钙化。

3）胸膜改变：由于淋巴管阻塞致淋巴阻滞和逆流而累及胸膜，引起胸膜广泛纤维化增厚。晚期由于肺部纤维组织收缩牵拉和粘连，横膈可呈现“天幕状”影像，肺底胸膜粘连，使肋膈角变钝。

（3）呼吸功能改变：早期矽肺，由于病变轻微，对呼吸功能影响不大，肺功能常无明显改变，随着病变进展，肺组织纤维增多，肺泡弹性改变，肺功能显示肺活量和肺总量降低，病变进一步发展至弥漫性结节纤维化和并发肺气肿时，肺活量进一步降低，当肺泡大量损害和肺泡毛细血管壁因纤维化而增厚时，可引起肺弥散功能障碍。肺功能以限制性障碍为特点。

（4）并发症：矽肺患者的主要并发症和继发症有肺结核、肺及支气管感染、自发性气胸及肺心病等，其中最常见的并发症是肺结核。矽肺合并结核后，可促使矽肺加速恶化，肺结核也迅速进展，且抗结核药物不易奏效，是矽肺患者主要死亡原因之一。严重的融合团块性矽肺可引起右心衰竭，最终因充血性心力衰竭而死亡。

5. 矽肺的诊断　根据职业史、病史、临床表现和胸部 X 线检查，结合现场环境（尤其是工作环境中粉尘浓度和粉尘中游离二氧化硅的含量）和操作方式（干式或湿式作业）等。我国《尘肺病诊断标准》中，对 X 线胸片表现分期如下：

（1）无尘肺（0）：

1）0：胸片无尘肺表现。

2）0^+：胸片表现尚不够诊断为Ⅰ者。

（2）一期尘肺（Ⅰ）：

1）Ⅰ：有总体密集度Ⅰ级的小阴影，分布范围至少达到两个肺区。

2）$Ⅰ^+$：有总体密集度Ⅰ级的小阴影，分布范围超过四个肺区或有总体密集度Ⅱ级的小阴影，分布范围达到四个肺区。

（3）二期尘肺（Ⅱ）：

1）Ⅱ：有总体密集度Ⅱ级的小阴影，分布范围超过四个肺区；或有总体密集度Ⅲ级的小阴影，分布范围达到四个肺区。

2）$Ⅱ^+$：有总体密集度Ⅲ级的小阴影，分布范围超过四个肺区；或有小阴影聚集；或有大阴影，但尚不够诊断为Ⅲ者。

（4）三期尘肺（Ⅲ）：

1）Ⅲ：有大阴影出现，其长径不小于20 mm，短径不小于10 mm。

2）$Ⅲ^+$：单个大阴影的面积或多个大阴影面积的总和超过右上肺区面积者。

6. 矽肺的防治

（1）治疗：矽肺的治疗应采取综合措施，原则是提高患者的抗病能力，积极防治并发症，消除和改善症状，减轻患者痛苦，延长寿命。可适当安排患者力所能及的劳动及增强体质锻炼，注意加强营养，预防感染；针对症状及并发症处理；常用药物有克矽平（P204）、汉防己甲素及磷酸喹哌等，可减轻症状，缩短病程。此外，有报道采用双肺大容量灌洗的手术治疗取得一定疗效。

（2）预防：由于矽肺的病理改变是不可逆的，至今尚未有消除矽肺病变的办法，因此预防很重要。根据我国多年防尘的经验，要有效地预防矽肺，必须采取综合措施，包括组织措施、技术措施及卫生保健措施，并总结出八字综合防尘措施：①革：即工艺改革和技术革新，这是消除粉尘危害的根本途径。②水：即湿式作业，可防止粉尘飞扬，降低环境粉尘浓度。③风：加强通风及抽风措施，常在密闭、半密闭发尘源的基础上，采用局部抽出式机械通风，将工作面的含尘空气抽出，并可同时采用局部送入式机械通风，将新鲜空气送入工作面。④密：将发尘源密闭，对产生粉尘的设备，尽可能中罩密闭，并与排风结合，经除尘处理后再排入大气。⑤护：即个人防护。⑥管：维修管理。⑦查：粉尘接触者定期体格检查。⑧教：加强宣传教育。

第四节　职业性物理因素的危害及防治

生产环境中的物理因素包括气象条件如气温、气湿、气流及气压，电磁辐射，噪声和振动等。当物理因素对机体作用的强度、剂量超过一定的限度或接触时间过长，都会对人体产生不良影响，甚至引起病伤。

一、噪声

噪声即噪闹之声，是指使人感到烦躁、令人讨厌的刺耳声音的统称。从医学观点来

看，凡是使人不喜欢或不需要的声音统称噪声。随着现代社会的发展，噪声已经成为影响我们生活和健康的重要环境问题，又被称为城市新公害。通常人们用“分贝”（dB）做单位，来表示噪声大小及对人的影响，40 dB 是正常的环境声音。

（一）接触机会

噪声的来源主要包括以下几个方面。

1. 交通噪声　汽车、火车、飞机、轮船等交通工具是流动性的噪声源，对环境的影响最突出，随着城市交通越来越发达，车辆拥有量增加，交通噪声污染日益严重。

2. 工业噪声　来自工厂的各种机器和设备，不但直接对生产者带来危害，对附近周围的居民影响也很大。工业噪声是造成职业性耳聋的元凶。

3. 建筑施工噪声　建筑用的混凝土搅拌机、打桩机、推土机、钻机、风动工具等产生巨大的噪声。

4. 生活噪声　公共娱乐场所、商场、市场等发出的声音，以及人群的喧哗声、家庭噪声等都称为生活噪声。生活噪声一般强度不大。在 80 dB 以下，但它使人心烦意乱，干扰人的正常工作与生活。

（二）噪声对人体的影响

1. 影响睡眠和休息　噪声会影响人的睡眠质量，当睡眠受干扰而不能入睡时，就会出现呼吸急促、神经兴奋等现象。长期下去，就会引起失眠、耳鸣、多梦、疲劳无力、记忆力衰退等。

2. 损害人的听力　噪声可以造成人体暂时性和持久性听力损伤。一般来说，85 dB 以下的噪声不至于危害听觉，而超过 100 dB 时，将有近一半的人耳聋。

3. 引起人体其他疾病　噪声对人的神经系统、心血管系统都有一定影响，长期的噪声污染可引起头痛、惊慌、神经过敏等，甚至引起神经症。噪声也能导致心跳加速、血管痉挛、高血压、冠心病等。极强的噪声（如 170 dB）还会导致人死亡。

4. 干扰人的正常工作和学习　当噪声低于 60 dB 时，对人的交谈和思维几乎不产生影响。当噪声高于 90 dB 时，交谈和思维几乎不能进行，它将严重影响人们的工作和学习。

（三）防护措施

控制职业噪声危害的技术途径主要有三条：①控制噪声源；②在传播途径上降低噪声；③采取个人防护措施，如佩戴护耳器。

二、电磁辐射

电磁辐射是指能量以电磁波的形式通过空间传播的现象。它的传播速度即人们通常所说的光速。电磁辐射可按其波长、频率排列成若干频率段，形成电磁波谱。频率越高，该辐射的量子能量越大，其生物学作用也越强。

电磁辐射的来源主要有两类：①天然电磁辐射，如雷电、火山喷发、地震和太阳黑子活动引起的磁爆等；②人工电磁辐射，如空调、电子计算机、电视机、电冰箱、微波炉、卡拉 OK 机、电热毯、移动电话、微波发射站、高压电线、激光发射器等，在正常工作时所产生的各种不同波长和频率的电磁波。

（一）电磁辐射危害人体的机制

电磁辐射危害人体的机制主要是热效应、非热效应和累积效应等。

1. 热效应　人体 70% 以上是水，水分子受到电磁辐射后相互摩擦，引起机体升温，从而影响到体内器官的正常工作。

2. 非热效应　人体的器官和组织都存在微弱的电磁场，它们是稳定和有序的，一旦受到外界电磁场的干扰，处于平衡状态的微弱电磁场即将遭到破坏，人体也会遭受损伤。

3. 累积效应　热效应和非热效应作用于人体后，对人体的伤害尚未来得及自我修复之前（通常所说的人体承受力——内抗力），若再次受到电磁辐射，其伤害程度就会发生累积，久之会成为永久性病态，危及生命。

（二）电磁辐射对人体的危害

电磁辐射会造成所谓的"电磁波污染"，即电磁辐射的强度超过人体或环境所能承受的限度所产生的危害现象。它无色、无味、无形、无踪，无任何感觉，可以穿透包括人体在内的多种物质，无处不在，被称为"电子垃圾"或"电子辐射污染"，是继大气污染、水污染和噪声污染的第四污染。其危害主要表现在：

1. 对心血管系统的影响　表现为头痛，心悸，部分女性月经紊乱，心动过缓，每搏输出量减少，窦性心律不齐，白细胞和血小板减少，乏力，免疫功能下降等。

2. 对神经系统的影响　表现为记忆力减退，容易激动，失眠等。

3. 对视觉系统的影响　表现为使晶状体混浊，严重时造成白内障，是不可逆的器质性损害，影响视力。

4. 对生殖系统的影响　表现为性功能降低，男子精子质量降低，使孕妇发生自然流产和胎儿畸形等。

5. 其他　长期处于高电磁辐射的环境中，会使血液、淋巴液和细胞原生质发生改变；影响人体的循环系统、免疫功能、激素分泌、生殖和代谢功能，严重的还会加速人体的癌细胞增殖诱发癌症，对儿童还可能诱发白血病。另外，装有心脏起搏器的患者处于高电磁辐射的环境中，会影响心脏起搏器的正常使用。

（三）日常生活中电磁辐射的防护

1. 微波炉的电磁辐射防护　微波炉对人体的伤害主要是对人体脑、眼等部位的伤害。因此，在安放微波炉时，位置应放低些，以避免脑、眼受损。如放置在冰箱上，微波辐射范围正好在成人头部神经中枢处，会有明显的伤害。对于小孩，尽量不要让其接触和使用微波炉。在微波炉运转时，不论是成人还是孩子，均不要站在旁边，更不要盯着其看，最好是到隔壁房间去。安装起搏器的人应远离微波炉，以免起搏器的运作受到干扰。另外，在购买微波炉时应注意选择那些质量好、信誉高的厂家，以保证产品质量和防止微波泄漏。

2. 手机的电磁辐射防护　为了尽可能地减少手机对人体，尤其是头部的辐射，除了尽可能地减少手机的辐射功率，还应保证使用手机时不要让它与人体接触（建议离人体 2.5 cm），可使用外接耳机接听手机等。

3. 其他电器电磁辐射防护　电热毯变热后应切断电源入睡，青少年与老人最好不

用电热毯。观看电视的距离最好保持在4～5 m，并注意开窗通风。观看电视或使用电脑时，屏幕上最好安置一个防护屏，以减少电磁辐射的影响。孕妇不应接触微波。家庭生活中，家用电器不宜集中摆放，应分散放置。

三、高温与中暑

（一）高温作业的主要类型

高温作业系指工作地点有生产性热源，当室外温度达到本地区夏季通风设计计算温度时，工作地点的气温高于室外2 ℃或2 ℃以上的作业。高温作业使人体产生一系列的生理改变：①当机体获热与产热大于散热时体温升高。②因大量出汗造成机体严重缺水和缺盐、心脏负荷加重、心率增加、血压下降，食欲减退、消化不良，严重时还可导致中暑。高温作业按其气象条件特点分为三种基本类型。

1. 高温强辐射作业　常见作业场所有炼焦、炼铁、炼钢、轧钢等车间，在这类作业环境中，同时存在着两种不同性质的热，即对流热和辐射热。对流热作用于体表，通过血液循环使全身加热。辐射热除作用于体表外，尚作用于深部组织，加热作用更快更强。人在此环境下劳动，大量出汗，且易于蒸发散热。如通风不良，则汗液难以蒸发，就可能因蒸发散热困难而发生蓄热和过热。

2. 高温高湿作业　气象特点是气温、气湿均高，而热辐射强度不大。人在此环境下劳动，即使气温尚不很高，但由于蒸发散热困难，大量出汗而不能发挥有效的散热作用，故易导致体内热蓄积或水、电解质平衡失调，从而可发生中暑。

3. 夏季露天作业　露天作业中的热辐射强度虽较高温车间低，但其作用的持续时间较长，且头颅常受阳光直接照射，加之中午前后气温较高，此时如劳动强度过大，则人体极易因过度蓄热而中暑。

（二）高温作业对生理功能的影响

1. 体温的调节　高温作业的气象条件、劳动强度、劳动时间及人体的健康状况等因素，对体温调节都有影响。

2. 水盐代谢　高温作业时，排汗显著增加，可导致机体损失水分、氯化钠、钾、钙、镁、维生素等，如不及时补充，可导致机体严重脱水、循环衰竭、热痉挛等。

3. 循环系统　高温作业时，心血管系统经常处于紧张状态，可导致血压发生变化。高血压患者随着高温作业工龄的增加而增加。

4. 消化系统　可引起食欲减退、消化不良，胃肠道疾病的患病率随工龄的增加而增加。

5. 神经系统　可出现中枢神经抑制，注意力、工作能力降低，易发生工伤事故。

6. 泌尿系统　由于大量水分经汗腺排出，如不及时补充，可出现肾功能不全、蛋白尿等。

（三）中暑

中暑是指在高温和热辐射的长时间作用下，机体体温调节障碍、水、电解质代谢紊乱及神经系统功能损害的症状的总称。颅脑疾病的患者，老弱及产妇等耐热能力差者，尤易发生中暑。中暑是一种威胁生命的急病，若不给予迅速有力的治疗，可引起抽搐和

死亡，永久性脑损害或肾脏衰竭。按发病机制和临床表现的不同，分为三种类型。

1. 热射病　由于体内产热和获热超过散热，引起体内蓄热，导致体温调节功能发生障碍。热射病是中暑最严重的一种，病情危重，死亡率高，典型症状为：①急骤高热，肛温常在41 ℃以上。②皮肤干燥，热而无汗。③有不同程度的意识障碍，重症患者可有肝肾功能异常等。

2. 热痉挛　是由于水、电解质的平衡失调所致。临床表现为：明显的肌痉挛使有收缩痛，痉挛呈对称性，轻者不影响工作，重者痉挛甚剧，患者神志清醒，体温正常。

3. 热衰竭　热引起外周血管扩张和大量失水造成循环血量减少，颅内供血不足而导致发病。主要临床表现为：先有头昏、头痛、心悸、恶心、呕吐、出汗，继而昏厥，血压短暂下降，一般不引起循环衰竭，体温多不高。

另外，中暑常按临床表现分为先兆中暑、轻症中暑和重症中暑三型。

（1）先兆中暑：在高温作业场所劳动过程中，作业人员有轻微头晕、头痛、眼花、耳鸣、心悸、恶心、四肢无力、注意力不集中、动作不协调等症状，体温正常或略有升高，但尚能勉强坚持工作。

轻症中暑：作业人员具有前述中暑症状而一度被迫停止工作，但经短时休息，症状消失，并能恢复工作。

重症中暑：作业人员具有前述中暑症状被迫停止工作，并在该工作日未能恢复工作或在工作中出现突然晕厥及热痉挛。

从事高温作业，出现上述中暑症状时，应积极救治。发生中毒时，应将患者撤离高温作业环境，到通风良好、阴凉的地点静卧休息，给予十滴水、藿香正气水、含盐清凉饮料等，先兆中暑和轻症中暑者可逐渐恢复。重症中暑必须紧急送医疗单位救治。

（四）防暑降温措施

1. 改善工作条件，配备防护设施、设备

（1）改善工作条件：主要是合理设计工艺过程，改进生产设备和操作方法。

（2）采取隔热措施：常用的方法有使用水箱、循环水炉门、瀑布水幕等进行水隔热，使用石棉、炉渣、草灰、泡沫砖等材料进行隔热。

（3）采取通风降温措施：如可以在屋顶上设计天窗、装风帽等进行自然通风，还可以利用风扇和空调通风。

2. 加强个人防护　应采用结实、耐热，透气性好的织物制作工作服，并根据不同作业的需求，供给工作帽、防护眼镜、面罩等。如高炉作业工种，须佩戴隔热面罩和穿着隔热、通风性能良好的防热服。

3. 加强卫生保健和健康监护

（1）从预防的角度，要做好高温作业人员的就业前和入暑前体检，凡有心血管疾病、中枢神经系统疾病、消化系统疾病等高温禁忌证者，一般不宜从事高温作业，应给予适当的防治处理。

（2）供给防暑降温清凉饮料、降温品和补充营养：要选用盐汽水、绿豆汤、豆浆、酸梅汤等作为高温饮料，饮水方式以少量多次为宜。可准备毛巾、风油精、藿香正气水及人丹等防暑降温用品。

（3）制订合理的膳食制度，膳食中要补充蛋白质和热量，维生素 A、维生素 B_1、维生素 B_2、维生素 C 和钙。

4. 制订合理的劳动休息制度　根据生产特点和具体条件，在保证工作质量的同时，适当调整夏季高温作业劳动和休息制度，增加休息和减轻劳动强度，减少高温时段作业。例如，实行小换班，增加工间休息次数，延长午休时间，适当提早上午工作时间和推迟下午工作时间，尽量避开高温时段进行室外高温作业等；对家远的工人，可安排在厂区临时宿舍休息等。

练习题

1. 生产环境、劳动环境过程中有哪些有害因素？
2. 试述职业病的定义、诊断依据及预防措施。
3. 简述预防铅中毒的主要措施。
4. 生产性粉尘的理化性质及其卫生学意义有哪些？
5. 简述防尘措施。
6. 简述噪声对人体的影响。
7. 简述防暑降温的措施。

（李嗣生）

第五章　社会环境与健康

★学习要求

掌握：社会环境、行为生活方式与健康之间的关系。

熟悉：社会因素、社会制度如何影响健康；社会心理因素与健康之间的关系。

了解：气质、性格与健康的关系。

人类的健康不仅受自然环境的影响，也受社会环境的影响；而且自然环境因素对人的影响都必须以社会条件为媒介才能发挥作用。随着社会的发展和生活水平的提高，与社会、心理及行为生活方式等因素有关的疾病成为危害人类健康的突出问题。因此，深入探讨社会环境与健康的关系，对于预防和控制疾病，提高人类健康水平有着重要意义。

第一节　社会因素与健康

社会因素是各项构成社会基本要素的总称，包括社会经济、社会制度、人口发展、文化教育等。社会因素对健康的影响非常广泛，既可直接作用于人体，影响着疾病的发生、发展、转归和防治过程；也可通过自然环境间接作用于人体，影响着人群的健康。

一、社会经济与健康

在各种社会因素中，经济因素往往对健康起着重要作用。一定的经济条件是人们获取包括衣、食、住、行及医疗保健服务和教育的物质基础，同时还涉及与健康紧密相关的生产体制、社会福利和社会保障等体系。社会经济因素与社会人群健康的关系是辩证的。社会经济发展是提高人群健康水平的根本保证，人群健康水平又是社会经济发展的先决条件。

（一）经济发展对健康水平的影响

经济发展，首先提高了居民物质生活水平，可以为人们提供充足的食物、安全饮用水、基本的药物和良好的生活劳动条件，有利于居民生活质量和健康状况的提高；其次，人们受教育的水平高低将影响其接受卫生保健知识和开展自我保健活动的能力，受教育程度高，可提高健康意识，改变不良的行为生活方式，提高生命质量，进而通过教

育间接影响了人群健康；再次，经济发展有利于增加卫生投资、合理配置卫生资源，促进医疗卫生事业发展，影响居民的健康水平。不同经济水平国家或地区之间，居民健康水平存在着显著差异（表5－1）。

表5－1 部分国家居民健康指标与经济水平的关系

国家	人均国民生产总值（美元）	出生率（‰）	死亡率（%）	婴儿死亡率（‰）	平均期望寿命（岁）
瑞典	24 830	13	12	4.8	78
日本	31 450	10	7	4.3	79
美国	24 750	15	9	8.0	76
澳大利亚	17 510	15	7	6.1	68
中国	490	18	6	44.0	69
斯里兰卡	600	21	6	19.4	73
墨西哥	3 750	27	5	34.0	72
巴西	3 020	25	8	58.0	66
埃及	660	30	8	62.0	64
印度	290	29	9	74.0	60
坦桑尼亚	100	45	15	92.0	49

注：资料来源：美国人口咨询局编印《1995年世界人口数据表》。

（二）经济发展带来新的健康问题和社会问题

经济发展一方面可促进健康水平的提高，另一方面也带来新问题。随着社会经济的发展、交通的高度发达、人口流动性增加，以及自然资源的开采、大量的化学物质的使用等改变了人们的生活条件和生活方式，不良的行为生活方式如吸烟、酗酒、吸毒、性乱、不良饮食及睡眠习惯、缺乏运动等越来越普遍，直接使肥胖症、高血压、心脑血管疾病、糖尿病、肿瘤等“现代社会病”增多；工业现代化使人们产生激烈竞争的社会意识，紧张、单调的工作和快节奏的生活方式及复杂的人际关系等，使人们产生持续的情绪紧张和心理压力，精神心理疾病的发病率增加；现代工业对环境造成的严重污染和破坏，已成为当今社会一种公害，对人群健康产生直接、间接或潜在性危害，最终必将影响人类的生存和发展。

（三）健康水平对经济发展的促进作用

经济发展从根本上说是生产力发展的结果，生产力诸要素中最重要的要素是人，人的健康和智能对生产力的发展起着决定性作用，也就是说人群健康水平的提高必将对社会经济的发展起到促进作用。健康水平的提高，首先，有利于增加居民寿命，延长劳动时间、创造出更多的社会财富；其次，有助于降低因病、因伤缺勤的损失；再次，身体健康有助于提高劳动效率。

二、社会制度与健康

社会制度是指在一定历史条件下形成的社会关系和社会活动的规范体系。它包括社会形态、具体的社会制度和社会组织的规章制度。社会制度对人群健康影响特点具有：①双向性：先进的社会制度能够促进人群健康水平的提高，而社会制度的落后和社会秩序的动荡不安能够损害人群的健康。②普遍性和稳定性：一种社会制度一旦建立，往往具有一定时间内的相对稳定性，因此，对一个国家、地区和民族中所有人的健康的影响往往也是比较持久和稳定的。③变异性：虽然社会制度在建立和形成后即具有相对的稳定性，但随着社会的发展，某些制度也在发生变化，如目前我国农村医疗保健形式向新型合作医疗制度转变。社会制度和健康的关系可表现在：

1. 决定卫生工作方针的制定　这是社会制度的体现。卫生政策以人群健康为准则，可根据人群疾病谱的改变制定相应的政策，卫生政策和方针必须坚持这个原则，才能有效提高人群健康水平。

2. 决定社会卫生资源的分配　不同分配制度影响居民的健康。如果社会财富过分集中在少数人手里，大多数人可因医疗卫生的投入经费有限，而使健康难以维护，甚至死亡。

3. 影响人们的社会行为规范　社会制度通过规范人们行为，提倡或禁止某些行为方式，保持和促进社会的协调发展，从而保障人群的健康。例如，提倡不吸烟、少饮酒等有利于健康的行为生活方式，禁止吸毒，控制烟草生产，对食品生产加销售的规定，保护环境等，对维护人群健康有着深远巨大作用。

三、人口发展与健康

世界卫生组织指出："健康、人口与发展是相互不可分割的。成功发展取决于资源的平衡。迅速的人口增长威胁着这种平衡，因为它使人口与资源的差距加大。人口的规模、年龄结构及性别结构、区域分布，既取决于生育率、死亡率、人口流动情况，又对健康及保健工作有重要影响。"人口是指生活在特定社会制度、特定地域的具有一定数量和质量的人的总称，它和家庭都是社会存在和发展最基本的要素，与人类健康关系密切。

（一）人口数量与健康

人口数量是指一个国家或地区在某一时点或时期人口的总和。目前，人口问题已成为一个重大的全球性社会问题，尤其在许多发展中国家如中国、印度，人口密度过大、增加过快，超出了环境的承载和负担能力，加重资源危机，影响了社会经济的发展，不利于提高人群的健康水平。人口问题主要有四个方面的影响。

1. 加重社会负担，影响人群生活质量　据经济学家估算，社会人口每增加10%，就要消耗国民生产总值的3%～4%。人口增长过速导致人均消费水平下降，而人均消费水平与人群健康呈正相关。

2. 加重教育及卫生事业的负担，影响人口质量　人口增长速度过快，造成社会财富主要用于维持民众温饱的需要，而对教育和医疗保健的投入减少，导致人群应享受的

教育及医疗保健水平降低，最终影响民众的身体健康及人口质量。

3. 增加社会不安定因素　人口数量过多，使劳动力人口超出了经济发展的需要，增加就业难度，造成失业增多。

4. 加重了环境污染和破坏　地球资源和空间是有限的，人口增长速度过快，人类对大自然的索取和破坏会增大，人类生存空间日益缩小，生存环境日益恶化。

（二）人口结构与健康

人口结构主要指人口的性别、年龄、婚姻、职业、文化等结构。其中年龄和性别结构与健康关系最为密切。

1. 人口年龄结构　是指各年龄组在所有人口中所占的比例。人口评价的重点是老年人口和儿童人口，这两部分属于非劳动人口，其物质消耗需要其他年龄组的人口来负担。发达国家负担老年人口比例较大，发展中国家负担儿童人口比例较大，总体上发展中国家负担系数高于发达国家。年龄结构与疾病分布具有极为密切的关系，老人易发生多种疾病。老年人口越多，消耗卫生资源就越多；人口老龄化国家消耗卫生资源也越多。联合国规定60岁及以上人口超过10%或65岁及以上人口超过7%为老年型社会；我国现在就是老年型社会，卫生资源消耗量大，社会负担重。

2. 人口性别结构　是指男女两性人口分别在总人口中所占比例。性别比例平衡是社会安定的基础因素之一，而性别比例失调则是滋生社会问题的根源之一。从人类生物学上说，人口性别比例能够保持自然平衡；然而由于受传统价值观、战争、社会生产需要等影响，会出现性别比例失调现象。

（三）人口素质与健康

人口素质是指人类本身具有的认识改造世界的条件和能力，包括身体素质、科学文化素质和思想道德素质等。人口素质的提高对健康具有促进效应，公民素质始终是综合国力和国际竞争力的核心组成部分。人口素质对健康影响主要表现在以下三个方面。

1. 身体素质　是人群健康水平整体提高的表现。人口的身体素质状况取决于先天和后天两个方面。人体的先天素质是遗传的，而后天的条件更为重要，包括营养、教育、医疗保健等。身体素质是人口素质的基础，表现为人群健康整体水平。

2. 科学文化素质　是提高人群健康水平的基础。科学文化素质是指人们在自身的社会化、生活活动、社会实践的统一过程中形成的文化水平和理性能力，包括劳动技能、受教育程度、发明创造能力及分析解决实际问题的能力等，主要用社会中受过较好的正规教育个体的比例来衡量。人口科学文化素质提高，有利于经济发展和社会进步从而促进健康。

3. 道德素质　是提高人群健康水平不可缺少的因素。道德素质是指人们在社会活动中形成的一定世界观、人生观和价值观等，它包括政治思想、精神信仰、心理态势和行为等内容。人的道德素质影响人的社会行为方式。提高思想道德素质有利于形成良好的人群互助合作网络，提高社会凝聚力，促进健康教育的全面开展，有利于健康水平提高。

人口流动是指人口在地理空间位置上的变动和阶层职业上的变动。人口流动可促进经济繁荣及社会发展，给居民健康带来有利影响，也会出现一些特殊的卫生问题，给医

疗卫生工作提出了新的要求，如传染病的控制、计划生育工作等。

家庭是以婚姻和血缘关系组成的社会基本单位。结构、功能和关系处于完好状态的家庭有利于增进家庭成员的健康。反之，则可能危害家庭成员的健康。

四、文化因素与健康

文化是指社会物质财富和精神财富的总和。人类生活活动的一切产物，如新的发明、产品等属于物质文化；人类智慧，如语言、文字、思想意识、宗教信仰、道德规范、习俗、教育、艺术等属于精神文化。文化渗透到人类生活的各个方面，在某种程度上决定着人群对健康和疾病的认识，就医行为和对健康维护的态度，也影响人群的生活习惯、行为方式和自我保健能力。因此文化对人群生理和心理健康有重要的影响，而且因为文化的历史性、现实性和继承性特征，决定了它对健康影响的广泛性和持久性。

（一）教育与健康

教育是人的社会化过程和手段，它不仅包括学校教育，而且包括家庭、社会、自我（学习）教育。教育的职能：①按社会需要传授知识，即对人的智能规范；②传播社会准则，即对人的行为规范。也就是说，成功的教育是使人能承诺一定的社会角色并有能力执行角色功能，失败的教育将导致人的角色承诺障碍及角色功能障碍，即人的社会功能不全，是不健康的重要表现。

教育对健康的影响是明显的。一般认为，接受良好的教育者，卫生知识较多，注重自我保健，注意培养良好的生活习惯，建立有益于健康的科学生活方式，因而其健康水平较高；而文化水平低的人群卫生知识贫乏，缺乏自我卫生保健能力，易养成有损健康的生活方式，如吸烟、不良的饮食习惯等，因而其健康水平较低。因此，提高人群的文化程度，有助于健康行为生活方式培养，对预防疾病，促进健康至关重要。

（二）风俗习惯与健康

风俗是指人类社会长期以来形成的风尚礼节；习惯是指人们在长期生活中养成的一时不易改变的行为倾向。风俗习惯是人们在长期的共同生活中约定俗成的、规范的一种继承性行为，主要通过作用于人们的日常生活活动和行为而影响人们的健康。

有益于健康的风俗习惯在日常生活中随时随处可见，如中国人饮开水的习惯，西方人的分餐进食方式等。不利于健康的风俗习惯则更应引起人们的注意，并加以改变。例如，不良的衣着习惯与饮食习惯等。风俗习惯影响健康主要体现在衣着修饰、婚丧嫁娶、饮食、迷信等方面。

1. 衣着修饰　当人们把衣着修饰与美学联系起来时，就可能出现相应的健康问题。例如，中国古代以小脚为美，给妇女缠足，致使脚部畸形；缅甸巴洞地区女子以长颈为美，给脖子戴上铜环，致使颈部肌肉萎缩；澳大利亚土著人以皮肤瘢痕为美，不惜以石头、贝壳割破皮肤，然后涂上泥土，人为使其感染以造成更大瘢痕等。这些都是以损害健康为代价的。

2. 婚丧嫁娶　婚丧嫁娶是一个人一生中乃至一个家庭中的大事，落后的婚丧嫁娶习俗往往给人们造成身心和经济方面的有害影响，甚至还会影响社会。婚丧嫁娶落后习俗最主要表现在大操大办，乱发请帖、乱发丧讣和封建迷信活动。

3. 饮食习惯 饮食习惯对人群健康的影响也非常明显，有些地方的饮食习惯片面地追求色和味而忽视食品的营养价值和食品安全，致使人体健康受损。例如，我国广东、福建一带居民有生食鱼片习惯，使该地区肺吸虫病流行；太行山地区居民长期摄入含亚硝胺的酸菜，使该地区食管癌发病较高；新几内亚东部土著居民有食死者尸体及脑髓的习惯，造成该地区居民的库鲁病发病率较高等。只有革除不良的饮食习惯，才能进一步提高人群的健康水平。但风俗是人们自发的习惯行为模式，涉及面广。移风易俗，保护健康，要采取法律禁止、行政命令结合说服教育的方式。例如，放鞭炮带来的伤害及危害，许多城市采取法令禁止的方式取得了良好的效果。但更多的是要说服教育，让人们分清良莠，自觉地移风易俗、维护健康。

（三）宗教与健康

宗教是以神的崇拜和神的旨意为核心的信仰和行为准则的总和。宗教伦理及教义以观念意识注入人们的思想，通过作用人们心理过程与行为而影响人们的健康。

1. 宗教的精神力量 宗教使信徒把自己的人生曲折或难题归于天命，常常能给人以精神寄托，使面对挫折和不幸时有了归宿，从而达到心理平衡，减轻精神压力的作用，这从健康的角度看是有利的。但有的信徒无条件地接受教义或教主的错误指向，做出过激、自残、甚至危及公众安全的行为，如我国法轮功信徒在天安门前自焚，则是有害健康和违法的。

2. 宗教对行为的影响 宗教对人的行为影响，是通过教规或教令及教徒的盲目信仰来实现的。有些宗教行为对健康是有益的。例如，犹太教教徒为新生儿洗礼时，对男婴行包皮环切术，使其阴茎癌和宫颈癌发病率显著低于其他民族居民。有些宗教行为对健康是有害的，特别是盲目信仰。例如，世界上曾发生过源于印度的六次霍乱大流行，原因是印度教教徒视恒河为“圣河”，信奉在生前饮用此河水或死后浴身，可消除一切罪孽。这样当恒河水含霍乱弧菌时，可造成霍乱大流行。

卫生资源分配、医疗保障制度和社区卫生服务体系等卫生服务质量对人群的健康水平也有着直接而重要的影响。

知识链接…

所谓割礼，是犹太教、伊斯兰教的一种宗教仪式，指男性割包皮，女性割阴蒂或小阴唇的仪式。在犹太教中，割礼指用石刀割损男婴阴茎的包皮，是加入犹太教的标志。在伊斯兰教中，割礼又称海特乃，是取得成人资格和婚嫁权利的一种方式。

割礼这种习俗据说起源于犹太教，有2 000多年的历史。在犹太人中间，割礼实际上是履行与上帝之立约、确定犹太人身份、进入婚姻许可范围的一种标志。现在，割礼早已不局限于犹太人，也不限于男子，而是盛行于世界很多民族的少男少女之中。在非洲，50多个国家中有30多个在不同范围内实行割礼。其中，肯尼亚、乌干达、埃塞俄比亚、索马里、苏丹等国家，大约有80%的男女施行过这种手术。

第二节　社会心理因素与健康

社会心理因素是社会环境中普遍存在的，能导致人的心理应激，从而影响健康的各种社会因素。人生活在社会环境中，具有各种心理活动，社会环境中的各种因素必然要影响人的一切心理活动，导致情绪变化，影响健康。

一、个性心理特征与健康

个性心理特征是指心理活动过程中表现出来的比较稳定的成分，也叫人格，包括能力、气质与性格。能力是指直接影响活动效率、使活动得以顺利完成的个性心理特征，主要是指人的智力和技能；性格是核心，反映人的体质属性。目前对个性心理特征与健康研究较多的是气质和性格。

（一）气质与健康

气质是指在人的心理活动和行为中表现出的稳定的动力特征，俗称脾气。气质表现为个人在情绪发生的速度、强度、持久性、灵活性等心理特征。气质一般可分为多血质、黏液质、胆汁质和抑郁质四个类型。多血质特征是活泼易感好动，敏捷不持久，适应性强，情绪体验不深刻且外露。黏液质的特征是安静沉着稳重，善于忍耐，情绪反应慢且持久而不外露，不灵活，缺乏生气。胆汁质的特征是精力充沛，敏捷，性情急躁，情绪易爆发，体验强烈且外露，缺乏自制力，易冲动。抑郁质的特征是敏感怯懦，情绪体验深刻、持久且不易外露，稳重，易伤感，孤僻。这四种气质类型无好坏之分，各有优劣。实际生活中大多数人属于混合型。

不同的气质类型对人的身心健康有不同的影响，许多疾病有明显的气质分布。例如，我国曾对确诊为精神分裂症患者的前期心理特征进行调查，发现抑郁型气质者占40%；典型抑郁质或典型胆汁质的人更易罹患神经症、精神病和某些心身疾病。

（二）性格与健康

性格是指个体在社会生活中形成的稳定的定型化态度和行为方式，即为人处世的态度和方式，有好坏之分，具有社会评价意义。与气质相比较而言，气质与个人的自身条件、遗传性等因素有较大的联系，易变性差；而性格受后天环境的影响较大，虽较稳定，但经后天的长期努力是可以改变的。

性格特征主要表现为四个方面，即性格的态度特征、情绪特征、意志特征和智力特征。根据性格特征进行组合可构成不同性格类型。现代医学研究表明，人的性格和行为与身心健康和疾病发生有关。

20世纪50年代，Friedman和Roseman等提出A型性格模型。他们在仔细研究大量冠心病患者后发现，患者易恼火和易发怒，取这两个英文单词的第一个字母A，就称这种性格为A型性格。A型性格特征为个性倔强，极好胜，易冲动，追求执着，人际关系紧张。这些人长期处于应激状态，交感神经兴奋，容易促发高血压、高血脂。与A型性格模型相对应的B型性格，其特征为不争强好胜、温和、安静、做事不慌不忙，

无时间紧迫感。流行病学调查表明：A 型性格冠心病的发病率是 B 型性格的 2 倍，复发率为 5 倍，死亡率为 4 倍。现今 A 型性格已被确认为是引发冠心病的危险因素之一，也是高血压发病的重要原因之一。

近年来，又提出一种 C 型性格。其特征为过分忍让、回避矛盾、好生闷气。国内研究表明，C 型性格宫颈癌的发病率比其他人高 3 倍，患胃癌、肝癌等消化系统肿瘤的危险性更高。这是因为它能影响人体内环境的平衡，从而破坏免疫系统的监督功能，减弱人体的抵抗力，使人易于患上癌症。

二、行为生活方式与健康

行为是指人类为维持个体生存和种族延续，为适应环境变化而做出的反应。生活方式是指人们长期受一定民族习俗、规范及家庭影响所形成的一系列生活意识和习惯。人们的行为生活方式是在社会发展中形成的，并且随着社会发展而不断改变；可随着政治、经济、文化、居住地区和民族不同而有很大差别。良好的行为生活方式能维护和促进健康，不良行为生活方式有损健康。

研究表明，人类死亡的前十位死因中，与行为生活方式有关的占 37.7%，不良行为生活方式对健康的危害程度正日益突出。《中国居民营养与健康状况调查系列报告之九——2002 行为和生活方式》显示，我国居民约 40% 不吃杂粮，不吃早餐的比例也比较高，18 岁之前开始饮酒的比例有增加的趋势，居民参加锻炼的比例仅为 14.1%，中小学生课业负担仍然较重、睡眠时间不足。报告同时提出，我国居民的行为和生活方式亟待改善，个人、家庭、政府及社会各界应积极行动起来，倡导人们改变不健康的行为和生活方式。

（一）促进健康的良好行为生活方式

1. 积极的休息与睡眠　积极的休息与睡眠是机体恢复其生理功能的一种有益于健康的行为，可全面消除疲劳，提高机体的免疫力。

2. 合理营养和平衡膳食　合理营养是人体健康的重要物质基础，平衡膳食是合理营养的重要途径。营养状况和人体健康密切相关，如果营养不良或摄食过多都会损害人体健康。平衡膳食是指全面达到营养素供给量的膳食。

3. 体育锻炼　适度的体育锻炼可增强体质，防病治病。经常参加体育锻炼不仅可以预防肥胖症，而且可以提高心脏的储备功能，增强血管弹性，增加肺活量，改善肺功能；提高消化吸收能力；增强运动系统功能。

（二）危害健康的不良行为生活方式

1. 吸烟　研究表明吸烟可导致癌症、呼吸系统危害及心脑血管疾病。吸烟可使人的期望寿命缩短。吸烟不仅危害本人健康，由于其所散发的烟雾污染空气，可使不吸烟者被动吸烟而受其危害。孕妇吸烟可影响胎儿的健康，致使死胎、自然流产、早产。吸烟与职业接触有害物质，具有致病的协同作用。吸烟的防治措施主要有政府宣传、行政干预、加大健康教育宣传力度及戒烟治疗。

2. 酗酒　酗酒是指由于饮酒过多且已对个人健康或完成本职工作产生不良影响，是一种不良的行为生活方式。

（1）急性危害：酒精中毒，轻者情绪改变，重者精神恍惚、神志不清，不仅对身体有直接损害，而且是车祸、犯罪、斗殴、家庭不和的重要根源。

（2）慢性危害：酒瘾综合征、胃溃疡、肝硬化、心脑血管疾病、神经精神疾病、消化系统癌症等。特别是酗酒的同时大量吸烟，对脑血管病和癌症的发生有协同作用。

3. 不良饮食习惯　不良饮食习惯的形成与自然环境、经济条件、文化素质等因素有关。我国居民的不良饮食习惯有就餐不规律，暴饮暴食，偏食，进食过快，喜食硬、烫食物，以及经常食用高盐、腌制和烟熏烤食物等。

4. 缺乏体力活动　现代医学认为“生命在于运动”，运动可以提高机体新陈代谢，使各器官充满活力，推迟各器官的衰老。由于现代交通工具的高速发展，脑力劳动增加而体力劳动不足及缺乏体育锻炼等因素，促使了各种疾病和早衰的发生。由于缺乏运动可导致高血压、冠心病和肥胖症等，故适当地运动对中老年人的健康显得非常重要。

5. 药物滥用　有习惯性和成瘾性两种情况。吸毒主要是随意使用麻醉品和精神药物等，吸毒者不仅损害其健康和形成毒瘾，而且还破坏社会风气、危及社会安定。吸毒者共同使用针具进行静脉注射毒品，也是艾滋病和乙型肝炎的重要传播途径。孕妇滥用药物，可致胎儿畸形。杜绝药瘾对人体的危害关键在预防，不乱用药、合理用药、及时更换药物是医务人员的责任。

6. 不良性行为　不良性行为是引起性传播疾病的主要原因。性传播疾病是典型的“社会病”，它所涉及的问题不仅是公共卫生问题，而且是一个重大的社会问题；它不仅对个人及家庭造成危害，而且对整个社会的安定和经济发展有着广泛的不良影响。

知识链接…

性行为：旨在满足性欲和获得性快感而出现的动作和活动。它并不只意味着性交，含义要比之广得多，一般来说它包括以下几种。

（1）目的性性行为：就是性交。性交是性行为的直接目的和最高体现。一般来说，人们在性交以后，就满足了性的要求。

（2）过程性性行为：是性交前的准备行为，如接吻、爱抚等动作，这些动作的目的是为了激发性欲，实行性交。性交后还要通过这样一些动作，使性欲逐渐消退，作为尾声，这也属于过程性性行为。

（3）边缘性性行为：这种性行为的范围就比较广泛了。它的目的是为了表示爱慕，或者仅仅是爱慕之心的自然流露，而不是为了性交。边缘性性行为有时很隐晦，例如，表现为眉目传情，表现为一丝微笑，这眼神、微笑有时只有两个人感觉到，其他人是无从得知的。拥抱、亲吻，如果是作为性交前的准备，就是过程性性行为；如果只是爱情的自然流露，不以性交为目的，就是边缘性性行为。像某些西方国家，把拥抱、亲吻作为一般见面的礼仪，就同性行为完全无关。

基于行为生活方式因素同疾病发生发展的关系和它的易干预性，采取措施改善服务对象人群的健康行为，无疑有利于促进人群的健康。作为护理工作者应加强对服务对象人群健康行为的指导，教育人们采取促进健康的行为。

练习题

1. 社会环境有哪些因素与健康有关？
2. 不良的行为生活方式对健康有何损害？
3. 简述社会心理因素与健康的关系。

（王庆生）

第六章　医学统计学方法概述

★学习要求

掌握：统计学研究的对象、统计学的基本定义及资料的收集与整理方法。

统计学方法是认识社会和自然现象数量特征的重要工具。正确的统计学分析能够帮助我们正确认识事物客观存在的规律性。

无论做任何工作，都必须熟悉基本情况，掌握基本方法，做到胸中有数，才能有的放矢地开展工作。无论是进行医学研究，还是开展疾病防治工作，都必须有计划地收集资料并进行合理的统计学分析。例如，研究某种新药物疗效，调查某种因素与疾病之间的关系，以及分析疾病登记资料以了解常见病、多发病的发生发展规律等。开展这些研究工作都离不开统计学方法。

统计学作为一门方法学，已广泛应用到医学研究的各个学科领域。因此，作为一名医务工作者，我们必须学习和掌握统计学方法。在日常医疗卫生工作中，就可以运用统计学方法将资料进行整理和分析，辨别事物间数量上的差别是否仅是偶然现象，从而得出正确的结论应用于实际，并针对工作中发现的问题，及时制定措施，以便更好地为人民健康服务。

第一节　统计学研究的对象

统计学研究的对象是有变异的事物。在同类的对象中往往存在着变异。例如，即便是同性别、同年龄的健康人，他们的身高、体重、血压、脉搏、体温、红细胞、白细胞等数值也会有所不同；患同一种疾病的人，病情轻重程度会有差别；对病情相同的患者，用同一种疗法，疗效也会有差异；治愈的病例其病程也有长有短。以上这些都是变异的例子。如果研究对象内每个个体都完全一样，没有变异，我们只需要分析一个个体，就可以了解总体。像这种没有变异的事情，不属于统计学研究的对象。

由于事物之间普遍存在着变异，统计学研究需要在一定数量的基础上进行。统计学不是孤立地研究各种现象，而是通过一定数量的观察，从这些现象里研究事物间的相互关系，阐明事物客观存在的规律。

统计学研究，还必须注意所研究的事物在性质上是否相同，即同质。判断事物是否

同质，需要结合业务知识和研究目的来考虑。例如，研究某种新药对胃癌的疗放，所有研究对象都必须是被确诊为胃癌的患者，不可包括疑似患者或非胃癌患者，否则研究结果就不能正确反映这种新药对胃癌疗效的真实性。

第二节 统计学的几个基本定义

一、总体与样本

总体是根据研究目的确定的由同质的个体所构成的全体。总体所包含的个体数往往无穷大，而要直接观察总体情况是不可能的。例如，就乳腺癌患者来说，所有乳腺癌患者都具有患乳腺癌这个同质的特征，是一个总体。每一个乳腺癌患者被称为个体。如果我们要研究乳腺癌的规律，事实上并不能将全体乳腺癌患者都观察到，而只能对部分乳腺癌患者来进行观察。这种从总体中抽出部分个体的过程称抽样，所抽出的部分称样本。样本可以含有不同的个体数，样本所包含的个体数目称样本含量。

在实际医学研究工作中，我们所掌握的资料往往只是总体的一小部分即一个样本。但科学研究的目的，不能满足于直接依据一个样本所得到的结果，而是期望通过样本知道总体的情况。例如，用某种新药治疗冠心病患者 100 例，有效 65 例，有效率为 65%。如果用这种新药治疗其他冠心病患者，是否也会获得同样的效果呢？这就需要利用样本研究资料来推断总体的疗效。而如何通过样本来推断总体是统计学所要解决的问题。

二、抽样误差

由于存在个体变异，因此在同一个总体中随机抽取若干个体数相同的样本，各样本指标（均数或率）会有所不同，以及样本指标与总体指标也会存在差异。这种由于抽样而引起的样本之间或样本与总体之间的差异，在统计学上称抽样误差。

一般来说，样本越大，抽样误差越小，越和总体的情况接近，用样本估计或推断总体正确性越高。换言之，越能阐明事物的规律性。反之，样本越小，抽样误差相应越大。在实际工作中，我们不可能观察太多的对象，往往只能利用一个较小的样本资料，借助于统计学的方法，去辨别在医学研究中哪一些是有实际意义的，哪一些可能仅是由于偶然性因素所造成的，从而有助于得出一个正确的结论。

在从总体中抽取样本时，为了使样本具有较好的代表性，并使其抽样误差的大小可以用统计学方法来估计（因为统计学方法是在随机抽样的基础上推演而来的），必须遵守随机化原则，即在抽取样本时要使总体中每个个体均有同等被抽取的机会。随机化是进行抽样研究和抽样分配时必须遵循的一个十分重要的原则。随机化的具体方法有抽签法、用随机数字表及利用计算机产生的随机数进行随机化等。

三、概率

概率是反映某一事件发生可能性大小的度量，常用符号 P 来表示（$0 \leqslant P \leqslant 1$）。

在一定条件下，肯定发生的事件称必然事件，其概率 $P=1$；肯定不发生的事件称不可能事件，其概率 $P=0$；可能发生也可能不发生的事件称随机事件，其概率 $0<P<1$。概率越接近1，事件发生的可能性越大；概率越接近0，事件发生的可能性越小。

统计学上常将 $P \leqslant 0.05$ 或 $P \leqslant 0.01$ 的事件称小概率事件，表示事件发生的可能性很小，可以视为一般不会发生。在对资料进行统计学分析时，要用到小概率事件的这一原理。

四、统计量与参数

在医学研究中，往往需要借助有关统计指标（均数或率）来反映研究对象的某些性质或特征。用来反映总体特征的统计指标称参数，如总体均数、总体标准差、总体率等；而通过样本资料计算的统计指标称统计量，如样本均数、样本标准差、样本率等。

总体参数往往是未知的，通常只能通过抽样研究，计算样本统计量来估计或推断总体参数。例如，研究某市8岁健康女童的身高发育情况，随机抽取该市100名8岁健康女童，计算出平均身高121.07 cm即为统计量，可用该统计量来估计该市所有8岁健康女童的平均身高（参数）。

第三节　统计资料的收集与整理

统计学方法研究的内容包括统计资料的收集、整理及分析等。医学研究资料应根据研究目的，经过周密的设计，制订出各种统计报表、调查表或报告卡等以便进行资料的收集。如果表格设计或填写不科学，考虑不周全，那么在利用所收集的数据进行分析时就会遇到各种问题，影响研究质量。

一、统计资料的来源

医学统计资料主要来源于统计报表、日常医疗卫生工作记录、实验数据和现场调查资料。

1. 统计报表　我国建有城乡医疗卫生保健网，根据国家报告制度，定期逐级上报各种报表，如卫生工作基本情况年报表、医院工作年报表、传染病年（月）报表、疫情月（季）报表、病伤死亡年报表等。这些报表对于了解居民健康状况，了解医疗卫生机构设施、人员、经费分布，了解医疗预防措施情况及其效果是十分重要的，并为检查和总结卫生工作，制订卫生工作计划提供基础资料。

2. 日常医疗卫生工作记录　在日常医疗卫生工作中有各种记录，如门诊病历卡、住院病历卡、出院单、化验报告单等。在利用这类资料进行研究分析时，应注意到它们的特点。

3. 实验数据　实验数据主要指在实验研究工作中获得的数据。一般来说，由于实验都有较好的设计，而且数据量不大，因此相对来说这类数据的问题较少。

4. 现场调查资料　即使是经过设计的现场调查，由于调查对象数量往往很大，而且参加调查的工作人员也多，所以资料中可能存在较多的问题。为使调查结果可靠，应重视事先统一调查表填写方法，并在调查后对调查表内容进行仔细审核。

二、统计资料的记录和储存

由于计算机的普及应用，统计资料的记录和储存方式发生了巨大变化，计算机已经成为储存信息和分析资料的主要工具。

（一）资料的记录

原始资料在研究工作中的重要性是无可置疑的。只有收集到了合格的原始资料，才能做出正确的统计分析，保证研究工作的质量。在记录原始资料过程中，应注意：①调查内容与分析要求相吻合，不要盲目贪多；②要避免模棱两可或可能误解的问题；③填写记录时不要有漏填项目；④为了便于统计分析，调查表中的问题最好都采用是非题或选择题的形式等。

（二）资料的储存

自从计算机广泛应用于统计工作以来，原始资料的储存方式发生了重大的变化。利用计算机技术储存资料，不论采用哪一种方式来储存信息，都存在着信息丢失的可能性，因而必须备有复份或定期复制。

把资料以数据文件或数据库的方式进行储存，除了具有占用空间小和便于防潮防损以外，还有以下优点。

1. 便于资料的再利用　对于一批统计资料，已经用某些统计方法做了分析，过了一段时间，研究者觉得用另一些统计方法做分析更合理更有效一些，就可以很方便地利用计算机所储存的资料做第二次分析，而不必把原始调查记录逐份再翻出来。

2. 便于汇总交流　许多科学研究工作，是由不同地区、不同单位共同协作进行的。如果各单位都按统一的格式把原始资料输入了计算机的储存介质，那么携带、邮寄和汇总都十分方便。

3. 便于查询　由于计算机储存介质内可按人们指定的方式储存大量信息，因此要查找某个个体、某种疾病、某种职业人群的资料就十分简便。

4. 便于补充、修改和连接　向已建立的数据文件或数据库中补充一些个体或一些项目的信息，以及修改已储入的部分信息，都比较方便。如果同一批对象的两次调查资料已分别输入计算机，利用计算机可以很快地把两份资料合成一份，以利于以后的使用。

三、统计资料的检查和整理

对收集到的数据和各种资料，应该先做检查，然后再进行整理和分析。

（一）资料的检查

首先要鉴别已调查的个体是否属于规定的调查对象范围。例如，在肺癌的危险因素

研究中，对病例组首先要确认肺癌患者诊断无误，如果有肺结核、肺脓肿等患者混入，那调查到的“肺癌危险因素”就会包含一些假象。有些调查以某地有长住户口者为对象，有些调查以某个年龄范围或某种职业的人为对象，在检查资料时都要认真核对。

从已调查者中剔除非调查对象是问题的一个方面，另一方面还要注意到应调查对象的漏失问题。应调查对象的调查率要越高越好，但在实际工作中也往往很难做到100%。为了避免和减少因调查率太低而引起的资料偏性，可以对调查率提出一个要求（如≥95%），除了出差、病危等特殊情况外都应调查到。例如，对某个城镇的居民进行肝炎普查，有一些人认为自己“吃得下饭，睡得着觉，干得动活”而不愿意来检查，这时可能会因健康者漏查而造成阳性率偏高。而另外一些已知患有肝炎者认为自己没必要再进行肝炎检查，也会使患者漏查而造成阳性率偏低。应查对象的漏查率越高，上述种种偏性存在的可能性越大，偏倚的程度越严重。

（二）缺项与差错

由于种种原因，常可在一些调查表中见到有缺项，即对某些问题未做回答。如果缺的项目十分重要，甚至是必不可少的，那么这部分调查表就成了废表。例如，儿童生长发育中的儿童性别、年龄，乳腺癌患者生存率研究中患者的诊断或手术时间等。有时虽然所缺项目的内容十分重要，但为了避免因此而剔表过多，就作为单项漏失处理。例如，调查 1 000 名正常成人的血液白细胞、红细胞、血小板正常值范围，其中有 5 人血小板数未填入，那么在统计白细胞和红细胞时可以 1 000 人计算，而统计血小板时以 995 人计算。

为了避免缺项表的出现，除了培训好填写人外，还应检查每一张填完的调查表，以便及时补充，以及及时发现调查表中的错误并进行相应的处理。

1. 专业检查　从专业的角度来发现和纠正错误。例如，在有些调查表中出现妇女产后 10 d 月经恢复来潮，10 岁的孩子有大学文化程度等明显错误的情况，因为这些情况可以肯定是不可能的，所以应该作废。

2. 统计检查　许多数据都有统计学规律。例如，有一张调查记录的是：

体重 8.5 kg

身高 69.0 cm

头围 44.0 cm

胸围 42.5 cm

坐高 43.0 cm

这五个数字都以 0 和 5 结尾，从理论上计算，这五个数据都是以 0 或 5 结尾的可能性只有 0.032%。如果这一类调查表太多，至少可以认为是测量及记录都比较粗糙。

3. 人工检查和计算机检查　传统的方法是逐份检查调查卡，这样做工作量很大。如果要检查的数量很多，难免查得不够仔细。

如果把要检查的内容都编成计算机程序，那么计算机就会毫不疲倦、准确无误地按照指令对全部资料进行检查。例如，可以通过计算机把不满 16 岁的大学生或大学文化程度的人找出来，把不满 18 周岁已婚或已有子女的人找出来，研究者可以对这些值得怀疑的资料进行仔细审查。只要把计算机审查的程序编得全面一些，这种审查是十分有

效的。但计算机一般只能检查出逻辑性错误。

（三）资料的整理

在对资料做好检查、核对后，就需要把杂乱无章的资料条理化，以便于进行统计计算与分析，即整理资料。

在整理资料时，应先区别原始资料是计量资料、计数资料，还是等级资料。

1. 计量资料　亦称数值变量，是指用定量方法测量研究对象的某项指标量的大小所得到的资料，一般有度量衡单位。例如，研究8岁女童生长发育状况时，以女童为研究对象，收集每个女童的身高（cm）、体重（kg）和血压（mmHg）资料。

2. 计数资料　亦称分类变量，是指先将研究对象按照某种属性或类别分组，然后清点各组研究对象的数所得到的资料。例如，调查某人群的血型分布，按A、B、O、AB型分类得到各类血型的人数资料。

除了典型的计量资料和计数资料外，还有一类数据介于上述两者之间，通常称为等级资料，是指将研究对象按某种属性的不同程度分组，所得各组的观察单位数的资料，亦称有序分类资料。例如，疗效中的优、良、中、差，症状的重、中、轻、无，化验时的“++++”“+++”“++”“+”“-”等资料。

在实际工作中，有些统计资料根据需要可以相互转化。例如，测量一组人群的血红蛋白值，原是计量资料；若将血红蛋白值按照正常与异常分组，得到各组人数资料，就是计数资料；若将血红蛋白值按照临床贫血诊断标准划分五个等级，即重度贫血、中度贫血、轻度贫血、正常和偏高，得到五个等级人数资料，就是等级资料。在资料类型的转化过程中，需要注意的是有可能造成信息丢失或信息利用不全。

不论是人工分析还是用计算机分析，整理资料的第一步往往是要设计出一套整理表来。在整理表中，对计量资料常用的是频数分布表。频数分布表不仅可以表示变量值的分布情况，还有利于计算各种统计指标。对计数资料做整理，主要就是清点各种属性的个体数。

不同资料类型，其需要的统计分析方法也往往有所不同。在用整理表或其他方式对资料进行整理以后，可以做进一步的统计计算与分析，并以统计表或统计图的形式把计算或分析的结果表达出来。关于统计表和统计图，后面有关章节有详述。

第四节　正确运用统计学的观点、思想与方法

应用统计学方法于医学科学研究时，必须以唯物辩证法为指导，以医学科学为基础，有正确的观点、思想与方法才能发挥它的作用。“统计无用”和“统计万能”的论点都是错误的。

有些人认为只凭常识判断，仅凭数字的表面值就可以看出实验研究各组间的差别，不需要什么统计处理。这种没有考虑到抽样误差问题的判断往往是错误的。当实验资料数量多而两组间的差别相当大的时候，凭常识判断和统计处理的结论可能是一致的；但如果实验资料少，特别是在两组差别不太大的情况下，如不考虑机遇问题，仅凭常识判

断下结论，那就难免要发生错误。我们看到许多与医学有关的实验研究报告，大多能够正确地运用统计方法，合理地分析资料，做出的结论具有很强的说服力；但也有不少仅凭数字的表面值就匆匆地下了断语，一经统计学处理以后，所得的结论恰恰相反。例如，某些药品并没有什么特殊疗效或预防效果，但被错误地认为有效，并且推广应用，以致造成一定的损失。这充分说明科学研究需要正确的统计方法处理。

正确地运用统计学方法，能够帮助我们正确认识客观事物，阐明事物固有的规律，从而把感性认识提高到理性认识，用于指导医学实践。但是统计学并不是万能的，它不能改变事物的本来面目把原不存在的规律“创造”出来。有些人在进行科学研究以前没有充分考虑，收集了一些杂乱的、不正确的资料，而希望用统计学方法来予以弥补，对这种情况统计学方法是无能为力的。医学统计学和其他统计学一样，只能阐明规律而不能“创造”规律。只有在唯物辩证法思想指导下，有计划地收集资料，正确、合理地整理和分析资料，才能得出符合事物客观规律的结论，才能用于指导医学实践，更好地为提高人民健康水平服务。

练习题

1. 统计学研究的任务和研究对象是什么？
2. 举例说明什么是总体与样本、抽样误差、概率、统计量与参数。
3. 什么是小概率事件？

（朱新义）

第七章 计量资料的统计描述

★学习要求

掌握：频数表的编制方法；计量资料常用指标（平均水平、离散程度与标准差）的计算方法。

熟悉：频数分布的两种趋势（集中趋势和离散趋势）。

第一节 集中趋势指标

集中趋势是描述一组数值变量集中位置或平均水平的统计指标，经常作为一组数据的代表值而用于各组之间的分析和比较。描述集中趋势的指标有多种，常用的有算术均数、几何均数和中位数。

一、频数表的编制

现以某市2011年110名8岁健康女童的身高资料（表7-1）为例，介绍一下计量资料频数表的编制过程。

表7-1 某市2011年110名8岁健康女童的身高（cm）

126.2	124.3	115.4	121.1	115.0	131.2	110.2	123.4	125.2	120.3	129.1
121.3	124.2	120.3	127.4	124.2	113.3	123.3	122.3	118.3	111.1	116.1
124.5	117.1	125.1	120.3	126.4	123.2	120.2	123.4	125.3	121.4	119.3
122.3	125.4	117.1	120.1	130.2	122.4	122.4	128.3	116.4	118.2	121.3
117.4	120.4	114.3	119.4	121.4	118.3	117.3	115.1	119.2	121.4	126.1
119.3	123.3	118.4	116.2	119.3	120.1	123.1	113.4	122.3	127.3	115.3
120.4	112.1	124.2	122.1	121.4	122.3	122.4	117.3	114.2	118.3	127.1
117.1	121.4	119.1	115.3	120.1	126.4	120.4	126.4	118.0	120.4	116.2
127.4	118.0	123.1	123.3	117.2	123.4	119.2	120.2	124.4	120.1	128.1
118.1	120.4	125.4	121.4	122.4	119.3	120.3	118.3	116.4	119.4	118.3

（一）频数表编制步骤

1. 找出最大值与最小值并计算极差　极差是一组资料中最大值与最小值的差，用 R 表示，即

$$R=131.2-110.2=21.0\ (\text{cm})$$

2. 确定组数并计算出组距　组距是相邻两组段最小（大）值之差，用 i 表示。组距的大小与组段的多少有关，一般取 8～15 个组段较适宜。本例题拟取 10 个组段，则

$$i=\frac{21}{10}=2.1\ (\text{cm})$$

为了便于计算，一般取就近的整数作组距，故本例题可取组距 $i=2$ cm。

3. 划分组段　首先要确定起始（第一）组段的下限，它应略低于资料的最小值且要包含最小值，本例题宜取 110 作为第一组段的下限，则第二组段的下限为 112，依此类推，直至包括最大值的组段即终结（最后）组段 130～132。

4. 统计各组段的频数　用分卡法或划记法（表 7-2）。

表 7-2　某市 2011 年 110 名 8 岁健康女童的身高（cm）的频数表

身高	组中值 X	划记	频数	频率（%）	累计频数	累计频率（%）
110～	111		2	1.82	2	1.82
112～	113		3	2.73	5	4.55
114～	115		7	6.36	12	10.91
116～	117		12	10.91	24	21.82
118～	119		19	17.27	43	39.09
120～	121		23	20.91	66	60.00
122～	123		19	17.27	85	77.27
124～	125		11	10.00	96	87.27
126～	127		9	8.18	105	95.45
128～	129		3	2.73	108	98.18
130～132	131		2	1.82	110	100.00

表 7-2 中，频率＝（频数/总观察例数）×100%，112～组段频率为（3/110）×100%＝2.73%，其他组段依此类推。

累计频数为频数的累加值，表 7-2 中 114～组段累计频数为 7＋5＝12。

累计频率＝（累计频数/总观察例数）×100%，表 7-2 中 112～组段累计频率为（5/110）×100%＝4.55%，其他组段依此类推。显然，最后一个组段累计频率为 1。

（二）频数分布的特征

由频数表可看出频数分布的两个重要特征：集中趋势和离散程度。身高有高有矮，但多数人身高集中在中间部分组段，以中等身高居多，此为集中趋势；由中等身高到较矮或较高的频数分布逐渐减少，反映了离散程度。对于数值变量资料，可从集中趋势和

离散程度两个侧面去分析其规律性。

（三）频数分布的类型

频数分布有对称分布和偏态分布之分。对称分布是指多数频数集中在中央位置，两端的频数分布大致对称。偏态分布是指频数分布不对称，集中位置偏向一侧。若集中位置偏向数值小的一侧，这种分布称为正偏态分布。若集中位置偏向数值大的一侧，这种分布称为负偏态分布，如冠心病、大多数恶性肿瘤等慢性病患者的年龄分布为负偏态分布。临床上正偏态分布的资料较多见。不同的分布类型应选用不同的统计分析方法。

（四）频数表的用途

频数表可以揭示资料分布类型和分布特征，以便选取适当的统计方法；便于进一步计算指标和统计处理；便于发现某些特大或特小的可疑值。

二、算术均数

算术均数简称均数，一般用μ表示总体均数，$\bar{x}$表示样本均数。算术均数用于反映一组同质数值变量的集中趋势或平均水平，尤其适用于正态或近似正态分布的数值变量资料。其计算方法有：

（一）直接法

用于样本含量较少时，其计算公式为

$$\bar{x}=\frac{\sum x}{n}=\frac{x_1+x_2+\cdots+x_n}{n} \qquad (7-1)$$

式中，Σ 表示求和；x_1，x_2，…，x_n 为各观察对象的变量值；n 为样本含量，即观察值的个数。

【例7-1】　某减肥中心5名学员的体重测定值分别为67 kg、70 kg、82 kg、87 kg和69 kg，求这5名学员的平均体重。

$$\bar{x}=\frac{67+70+82+87+69}{5}=75\ (\text{kg})$$

（二）加权法

当拟分析的资料为频数表形式或资料中相同的变量值较多时使用，其计算公式为

$$\bar{x}=\frac{f_1x_1+f_2x_2+\cdots+f_kx_k}{f_1+f_2+\cdots+f_k}=\frac{\Sigma fx}{\Sigma f} \qquad (7-2)$$

式中，x_1，x_2，…，x_k 与 f_1，f_2，…，f_k 分别为频数表资料中各组段的组中值及其相应的频数（或相同观察值与其对应的频数）。

【例7-2】　求表7-2所示资料中某市2011年110名8岁健康女童的平均身高。由于表中给出的是频数形式，宜用加权法：

$$\bar{x}=\frac{111\times2+113\times3+115\times7+\cdots+129\times3+131\times2}{2+3+7+\cdots+3+2}=\frac{13\ 318}{110}=121.07\ (\text{cm})$$

而用直接法求出的结果为120.82 cm。可见，相对误差约2‰。

三、几何均数

几何均数也叫几何平均数，用G表示，适用于：①变量值呈对数正态分布的资料，

即数据经过对数变换后资料呈正态分布；②变量值呈等比级数的资料，即各变量值之间呈倍数或近似倍数变化的资料。如医学免疫学检验中的血清抗体滴度、平均效价等资料，其计算方法有：

（一）直接法

$$G=\sqrt[n]{x_1x_2\cdots x_n}\text{或}G=\lg^{-1}\left(\frac{\lg x_1+\lg x_2+\cdots+\lg x_n}{n}\right)=\lg^{-1}\left(\frac{\sum\lg x}{n}\right)\qquad(7-3)$$

【例7-3】 6例乙肝病毒携带者HBsAg的滴度分别为1:16、1:16、1:32、1:32、1:64、1:128，求其平均滴度。

$$G=\sqrt[6]{16\times16\times32\times32\times64\times128}=35.92$$

因此，6例乙肝病毒携带者的平均HBsAg滴度为1:35.92。

（二）加权法

$$G=\lg^{-1}\left(\frac{f_1\lg x_1+f_2\lg x_2+\cdots+f_k\lg x_k}{f_1+f_2+\cdots+f_k}\right)=\lg^{-1}\left(\frac{\sum f\lg x}{\sum f}\right)\qquad(7-4)$$

【例7-4】 40例乙肝患者的抗HBsAg滴度见表7-3，试求其平均滴度。

表7-3 40例乙肝患者的抗HBsAg滴度

抗体滴度	频数（f）	滴度倒数（x）	$\lg x$	f（$\lg x$）
1:16	3	16	1.204 12	3.612 36
1:32	6	32	1.505 15	9.030 90
1:64	7	64	1.806 18	12.643 26
1:128	18	128	2.107 21	37.929 78
1:256	4	256	2.408 24	9.632 96
1:512	2	512	2.709 27	5.418 54
合计	40	—	—	78.267 8

$$G=\lg^{-1}\left(\frac{78.2678}{40}\right)=\lg^{-1}(1.9567)=90.51$$

因此，40例乙肝患者的平均抗HBsAg滴度为1:90.51。

需要注意的是：①计算几何均数时变量值中不能有0（因0不能取对数）；②一组变量值中不能同时有正值和负值。

四、中位数和百分位数

（一）中位数

中位数用符号M表示，是一组由小到大（或由大到小）按顺序排列的有序变量值中位次居中的数值。中位数可用于描述：①非正态分布资料（对数正态分布除外）；②频数分布的一端或两端无确切数据的资料；③总体分布不清楚的资料；④存在个别极大或（和）极小值的资料，如与其他变量值相差较大（如10倍以上）且变量值的个数

不太多的情况。在所有的变量值中，小于和大于中位数的变量值个数相等。

1. 直接法　将变量值由小到大排列，按式（7-5）或式（7-6）计算：

$$M = x_{(n+1)/2} \text{（}n\text{ 为奇数）} \tag{7-5}$$

$$M = \frac{1}{2}\left(x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1}\right) \text{（}n\text{ 为偶数）} \tag{7-6}$$

式中，下标$\frac{n}{2}$、$\frac{n}{2}+1$、$\frac{n+1}{2}$为有序数列的位次；$x_{\frac{n+1}{2}}$、$x_{\frac{n}{2}}$、$x_{\frac{n}{2}+1}$为相应位次的变量值。

【例7-5】　某9例患者的潜伏期分别为2 d、3 d、2 d、4 d、3 d、5 d、6 d、8 d、17 d，求其平均潜伏期。

由于存在个别极大值，宜求中位数 M。先对数据从小到大进行排序为2、2、3、3、4、5、6、8、17，则 $M = x_{\frac{n+1}{2}} = x_5 = 4$（d）。

若增加1例潜伏期为3 d的患者，同样先进行排序为2、2、3、3、3、4、5、6、8、17，则 $M = \frac{1}{2}\left(x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1}\right) = \frac{1}{2}(x_5 + x_6) = \frac{3+4}{2} = 3.5$（d）。

2. 频数表法　该方法用于频数表资料或相同变量值较多的资料。

计算步骤是：①计算$\frac{n}{2}$的大小，并按所分组段（由小到大或由大到小）依次计算累计频数和累计频率，如表7-4中的第（3）、（4）栏。②确定 M 所在的组段。累计频数中刚大于$\frac{n}{2}$所对应的组段即为 M 所在的组段；或累计频率中刚大于50%所对应的组段即为 M 所在的组段。③按式（7-7）或式（7-8）求中位数 M。

$$M = L + \frac{i}{f_M}\left(\frac{n}{2} - \sum f_L\right) \tag{7-7}$$

$$M = U - \frac{i}{f_M}\left(\sum f_U - \frac{n}{2}\right) \tag{7-8}$$

式中，L、U、i、f_M 分别为 M 所在组段的下限、上限、组距和频数；$\sum f_U$ 为小于 L 的各组段的累计频数；$\sum f_U$ 为累计至 L 组段的频数。

【例7-6】　求表7-4中所列资料的中位数 M。

表7-4　200名食物中毒患者潜伏期的中位数计算

潜伏期（h） （1）	人数 f （2）	累计频数 $\sum f$ （3）	累计频率（%） （4）$=\frac{(3)}{n}\times 100\%$
0～	30	30	15.0
12～	68	98	49.0
24～	52	150	75.0
36～	28	178	88.9
48～	14	192	96.0

续表

潜伏期（h） （1）	人数f （2）	累计频数$\sum f$ （3）	累计频率（%） （4）$=\frac{(3)}{n}\times 100\%$
60～	6	198	99.0
72～84	2	200	100.0
合计	—	—	—

本例中$n=200$，根据表7－4中第（2）栏数据，自上而下计算累计频数及累计频率，见第（3）、（4）栏。$\frac{n}{2}=100$，由第（3）栏知，150是累计频数中大于100的最小值，或由第（4）栏知75.0%是大于50%的最小的累计频率，故M在"24～"组段内，将相应的L、i、f_{50}、$\sum f_U$代入式（7－7）或式（7－8），求得中位数M。

$$M=P_{50}=L+\frac{i}{f_{50}}\ (n\times 50\%-\sum f_L)\ =24+\frac{12}{52}\ (100-98)\ =24.46\ (\text{h})$$

$$M=P_{50}=U-\frac{i}{f_{50}}\ (\sum f_U-50\%\times n)\ =36-\frac{12}{52}\ (150-100)\ =24.46\ (\text{h})$$

可见，从中位数所在组段的下限或上限求中位数的结果是一致的。

（二）百分位数

百分位数用于描述一组有序排列的变量值在某一百分位数位置的水平，用P_x表示。一个百分位数P_x将一组变量值分为两部分，理论上有$x\%$的观察值比它小，有$(100-x)\%$的观察值比它大，是一种位置指标。中位数实质上是一个特定的百分位数，即$M=P_{50}$。百分位数的计算步骤与中位数类似，首先要确定P_x所在的组段。计算$n\cdot x\%$，累计频数中刚大于$n\cdot x\%$所对应的组段就是P_x所在组段。百分位数计算见式（7－9）和式（7－10）。

$$P_x=L+\frac{i}{f_x}\ (x\%\times n-\sum f_L) \tag{7-9}$$

$$P_x=U-\frac{i}{f_x}\ (\sum f_L-x\%\times n) \tag{7-10}$$

式中，L、U、i、f_x分别为P_x所在组段的下限、上限、组距和频数；$\sum f_L$为小于L的各组段的累计频数；$\sum f_U$为累计至L组段的频数。

【例7－7】 请计算表7－4中资料的第80百分位数P_{80}。

$$P_{80}=L+\frac{i}{f_x}\ (x\%\times n-\sum f_L)\ =36+\frac{12}{28}\ (200\times 80\%-150)\ =40.29\ (\text{h})$$

$$P_{80}=U-\frac{i}{f_x}\ (\sum f_L-x\%\times n)\ =48-\frac{12}{28}\ (178-200\times 80\%)\ =40.29\ (\text{h})$$

百分位数计算的关键在于找准拟求百分位数所在的组段。多个百分位数结合应用时，可描述一组变量值的分布特征（因为变量值是有序排列的）。百分位数还可用于确定非正态分布资料的正常参考值范围。不过，应用百分位数时，样本含量要足够大，否

则，不宜取靠近两端的百分位数。

例如，有10名在校大学生，他们的月开支分别为180元、200元、230元、210元、240元、300元、270元、250元、320元和4 500元，请计算这10位同学月开支的平均水平。若计算算术均数，则

$$\bar{x}=\frac{180+200+230+210+240+300+270+250+320+4\ 500}{10}=\frac{6\ 700}{10}=670\ （元）$$

若计算几何均数，则

$$G=\sqrt[10]{180\times 200\times 230\times 210\times 240\times 300\times 270\times 250\times 320\times 4\ 500}=322.5\ （元）$$

若计算中位数，需先按小到大（或大到小）排序，结果（小到大）为180、200、210、230、240、250、270、300、320、4 500，由于变量个数为10，是偶数，应取2个中间值的平均值，即

$$M=\frac{1}{2}\left(x_{\frac{n}{2}}+x_{\frac{n}{2}+1}\right)=\frac{1}{2}\left(x_5+x_6\right)=\frac{1}{2}\left(240+250\right)=245\ （元）$$

第二节　离散趋势指标

对几组数值变量资料仅仅比较它们的平均水平是不够的。在【例7-8】中，若只比较两组同学脉搏的平均水平，两者间没有差别，但仔细一看，两者并非一致。因此，对数值变量资料还需要比较其离散程度。只有把集中趋势和离散指标结合起来才能全面地反映资料的分布特征。数值变量资料的离散趋势用变异指标来表示，常用的变异指标有全距、四分位数间距、方差、标准差、变异系数等。

一、全距

全距亦称极差，简记为R，是一组同质变量值中最大值与最小值之差。它反映了个体差异的范围，全距越大，说明变异度越大，反之说明变异度越小。

【例7-8】　测量某校A、B两个男寝室同学的脉搏，结果如下：

A组（次/min）：74　72　74　76　78　80　74　76　$\bar{x}_A=75.5$

B组（次/min）：66　76　78　76　80　74　72　82　$\bar{x}_B=75.5$

$R_A=80-72=8$（次/min），$R_B=82-66=16$（次/min）

可见，尽管A、B两个寝室男同学脉搏的算术平均数都是75.5次/min，但A组较集中，B组较分散。

用全距来描述数值变量资料的变异度大小，虽然简单快捷，但有以下不足：①只考虑最大值与最小值的差异，不能反映组内其他变量值的变异度；②样本含量越大，抽到较大或较小观察值的可能性越大，则全距也可能越大。因此，样本含量相差悬殊时不宜用全距来比较几组变量值之间的变异程度。

二、四分位数间距

四分位数间距简记为Q，为上四分位数Q_U（P_{75}）与下四分位数Q_L（P_{25}）之差。

四分位数间距可看成是中间50%变量值的极差，其数值越大，变异度越大，反之变异度越小。

如【例7-8】中，A组同学的 $Q_U=P_{75}=75.5$（次/min），$Q_L=P_{25}=72.5$（次/min），则四分位数间距 $Q=Q_U-Q_L=75.5-72.5=3$（次/min）；B组同学的 $Q_U=P_{75}=72.5$（次/min），$Q_L=P_{25}=76.5$（次/min），则四分位数间距 $Q=Q_U-Q_L=72.5-76.5=-4$（次/min）。

由于四分位数间距不受两端个别极大值或极小值的影响，因此四分位数间距比全距稳定，但仍未考虑全部变量值对变异度的影响，常用于描述频数呈偏态分布以及分布的一端或两端无确切变量值资料的离散程度。

三、方差

为了全面考虑变量值的变异情况，克服全距和四分位数间距仅考虑个别值的缺点，需计算总体中每个观察值 x 与总体均数 μ 的差值（$x-\mu$），即离均差。由于任何资料的 $\Sigma(x-\mu)=0$，故离均差不能反映资料变异度的大小，而用离均差平方和 $\Sigma(x-\mu)^2$ 就避免了 $\Sigma(x-\mu)=0$ 的缺点。由于变量值的个数越多，$\Sigma(x-\mu)^2$ 就越大，因此还应考虑变量值个数 N 的影响，故用式（7-11）即总体方差 σ^2 表示。

$$\sigma^2=\frac{\Sigma(x-\mu)^2}{N} \tag{7-11}$$

但在实际工作中，总体均数 μ 往往是未知的，因此只好用样本均数 $\bar{x}$ 作为总体均数 μ 的估计值，即用 $\Sigma(x-\bar{x})^2$ 代替，用样本的变量值个数 n 代替 N。由于按式（7-11）计算的结果总是比实际 σ^2 小，英国统计学家戈赛特提出用 $n-1$ 代替 n 来校正，这就是样本方差 s^2，其计算公式为

$$s^2=\frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{n-1} \tag{7-12}$$

式中，$n-1$ 称为自由度。

同全距和四分位数间距的意义一样，方差越大，资料的变异程度就越大；方差越小，资料的变异度就越小。

四、标准差

方差的度量单位是原度量单位的平方，如果用方差来描述身高的变异度，就像用面积来衡量长度一样，让人费解。如果将方差开方不就恢复原来的单位了吗？而开方不会改变数据的相对大小，这就是标准差 σ，见式（7-13）。如果用样本资料来计算，就成了样本标准差 s，见式（7-14）。

$$\sigma=\sqrt{\frac{\Sigma(x-\mu)^2}{N}} \tag{7-13}$$

$$s=\sqrt{\frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{n-1}} \tag{7-14}$$

因为数学上可以证明 $\Sigma(x-\bar{x})^2=\Sigma x^2-\frac{(\Sigma x)^2}{n}$，所以样本标准差的计算公式可写

成

$$s=\sqrt{\frac{\sum x^2-\frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}}\ \text{（直接法）}\qquad (7-15)$$

$$s=\sqrt{\frac{\sum\ (fx)^2-\frac{(\sum fx)^2}{\sum f}}{\sum f-1}}\ \text{（加权法）}\qquad (7-16)$$

【例7-9】　求【例7-1】所示资料的标准差。

将 $n=5$，$\Sigma x=67+70+82+87+69=375$、$\Sigma x^2=67^2+70^2+82^2+87^2+69^2=28\ 443$，带入式（7-15）得

$$s=\sqrt{\frac{28\ 443-\frac{(375)^2}{5}}{5-1}}=8.92\ (\text{kg})$$

【例7-10】　用加权法求表7-5所示资料的标准差。

表7-5　某市2011年110名8岁健康女童身高（cm）标准差的加权法计算

身高	组中值 x	频数 f	fx	$(fx)^2$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
110 ~	111	2	222	24 642
112 ~	113	3	339	38 307
114 ~	115	7	805	92 575
116 ~	117	12	1 404	164 268
118 ~	119	19	2 261	269 059
120 ~	121	23	2 783	336 743
122 ~	123	19	2 337	287 451
124 ~	125	11	1 375	171 875
126 ~	127	9	1 143	145 161
128 ~	129	3	387	49 923
130 ~ 132	131	2	262	34 322
合计	—	$\Sigma f=110$	$\Sigma fx=13\ 318$	$\Sigma(fx)^2=1\ 614\ 326$

$$s=\sqrt{\frac{1\ 614\ 326-\frac{(13\ 318)^2}{110}}{110-1}}=\sqrt{\frac{1\ 879.42}{109}}=4.15\ (\text{cm})$$

同前几个指标一样，标准差越大，表示变量值的变异度越大；标准差越小，表示观察值的变异度越小。由式（7-13）和式（7-14）可见，标准差与样本量的算术平方根成反比，但样本量增加，$\Sigma(x-\bar{x})^2$ 和 $\Sigma(x-\mu)^2$ 的值也会增大。因此，标准差不会

随样本含量的增加而无限减小，只会逐渐趋于稳定。

五、变异系数

变异系数简记为 CV，常用于比较度量单位不同或均数相差悬殊的两组或多组资料的变异度大小。其公式为

$$CV=\frac{s}{\bar{x}}\times 100\% \tag{7-17}$$

【例 7－11】 某地测得 30 岁男性的平均体重为 56 kg，标准差为 3.6 kg；男新生儿的平均体重为 3.5 kg，标准差为 0.4 kg。试比较两者体重的变异程度。

由于两组人群的均数相差太大，不宜直接比较其标准差，而应计算其变异系数：

$CV=\frac{3.6}{56}\times 100\%=6.43\%$ （30 岁男性）

$CV=\frac{0.4}{3.5}\times 100\%=11.43\%$ （男新生儿）

因此，该地男新生儿体重的变异程度大于 30 岁男性。而直接比较标准差的结果是 30 岁男性体重的变异程度大于男新生儿，结论恰好相反。

例如，10 位老工人 30 岁时的月工资收入分别为 160 元、380 元、240 元、420 元、360 元、470 元、200 元、160 元、320 元和 400 元，另有 10 位 30 岁普通青年工人目前的月收入分别为 1 850 元、1 870 元、1 770 元、1 770 元、1 290 元、1 920 元、1 880 元、1 940 元、1 820 元和 3 300 元，还有 10 名 30 岁大学生目前的月收入分别为 2 120 元、1 880 元、2 330 元、2 570 元、2 860 元、3 200 元、3 570 元、3 200 元、3 400 元和 3 600 元。请描述和比较这 3 组人群之间月工资收入的离散趋势。

老工人、30 岁普通青年工人和 30 岁大学生月工资的极差分别为 310 元、2 010 元和 1 720 元，标准差分别为 102.25 元、512.22 元和 618.76 元，变异系数分别为 31.85%、26.39% 和 21.54%。

从极差看，青年工人的变异程度最大，大学生其次，老工人最小；从标准差看，大学生的变异程度最大。到底该如何描述和比较呢？由于这 3 组的均数分别为 311 元、1 941元和 2 873 元，相差较大（存在倍数关系），因此比较他们之间的变异程度宜用变异系数。可见，尽管老工人的极差和标准差最小，但变异程度最大，这与现实情况一致（在工资较低的年代，相差 100 元的确很大）。

第三节　正态分布

由表 7－2 所示的频数表资料绘制直方图不难看出，图的高峰位于中部，左右两侧基本对称。如果观察例数逐渐增多，而组段也不断分细，直方图顶端的连线就会逐渐形成一条高峰位于中央（均数所在处）、两侧逐渐降低且左右对称、不与横轴相交的光滑曲线，如图 7－1（3）所示。这就是频数分布曲线或频率分布曲线，它近似于数学上的正态分布。由于频率的总和为 100% 或 1，故该曲线下、横轴上的面积为 100% 或 1。



图7-1 频数分布逐渐接近正态分布

为了应用方便，常对正态分布变量 x 做变量变换：

$$u = \frac{x - \mu}{\sigma} \tag{7-18}$$

该变换使原来的正态分布转化为标准正态分布，也称 u 分布，它的均数为0，标准差等于1。u 称为标准正态变量或标准正态离差。

一、正态分布（曲线）的特征

（1）曲线在横轴上方均数处最高，往两侧逐渐降低。

（2）正态分布以均数为中心，左右对称。

（3）正态分布有两个重要参数，即均数 μ 和标准差 σ。μ 是位置参数，当 σ 固定不变时，μ 越大，曲线沿横轴越向右移动；反之，μ 越小，则曲线沿横轴越向左移动。σ 是形状参数，当 σ 固定不变时，σ 越大，曲线越平坦（胖）；σ 越小，曲线越尖峭（瘦）。通常用 $N(\mu, \sigma^2)$ 表示均数为 μ、方差为 σ^2 的正态分布。用 $N(0, 1)$ 表示标准正态分布。

（4）正态分布曲线下面积的分布有一定规律。以均数为中心，左右相同标准差范围内的面积相等。标准正态分布时区间（-1，1）或正态分布时区间（$\mu-\sigma$，$\mu+\sigma$）的面积占总面积的68.27%，标准正态分布时区间（-1.96，1.96）或正态分布时区间（$\mu-1.96\sigma$，$\mu+1.96\sigma$）的面积占总面积的95%，标准正态分布时区间（-2.58，2.58）或正态分布时区间（$\mu-2.58\sigma$，$\mu+2.58\sigma$）的面积占总面积的99%，如图7-2所示。

实际工作中，经常要了解正态曲线下横轴上某一区间的面积占总面积的百分数，或估计该区间的例数占总例数的百分数（频数分布），或变量观察值落在该区间的概率。正态曲线下一定区间的面积可以通过查标准正态分布曲线下的面积表（附录一）求得。对于正态或近似正态分布的资料，已知均数和标准差，就可估计其频数分布。

查附录一时应注意：

1）表中曲线下面积为 $-\infty$ 到 u 的左侧累计面积。

2）当已知 μ、σ 和 x 时先按式（7-18）求得 u 值，再查表；当 μ、σ 未知且样本含量 n 足够大时，可用样本均数 $\bar{x}$ 和标准差 s 分别代替 μ 和 σ，按公式 $u=\frac{(x-\bar{x})}{s}$ 求得 u 值，再查表。

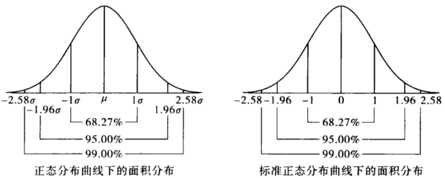


图 7－2　正态曲线与标准正态曲线的面积分布

3）曲线下对称于 0 的区间面积相等，如区间（－∞，－1.96）与区间（1.96，∞）的面积相等。

4）曲线下、横轴上的总面积为 100% 或 1。

二、正态分布的应用

正态分布在医学领域中应用很广。某些医学现象，如同质群体的身高、血红蛋白含量、红细胞数、胆固醇含量等，以及实验中的随机测量误差，基本上呈现正态或近似正态分布；对一些呈偏态分布的资料，经过适当的变量变换（如对数、平方根、倒数变换等）后可成为正态或近似正态分布，然后按正态分布规律处理。另外，正态分布还是许多统计推断方法正确应用的理论基础。

（一）估计正态分布资料的频数分布

由于正态分布曲线下的面积有一定的规律，只要求出标准正态变量 u，通过查阅标准正态曲线下面积表就可得出占总频率的百分比，从而求出频数。

【例 7－12】　以表 7－1 所示资料为例，求该市 2011 年 110 名 8 岁健康女童中身高在 122.0 cm 以上的人数，分别求 $\bar{x}\pm s$、$\bar{x}\pm 1.96s$、$\bar{x}\pm 2.58s$ 范围内人数占总数的实际百分数，并与理论百分数比较。

本例中，μ、σ 未知但样本含量 n 较大，可用样本均数 $\bar{x}$ 和标准差 s 分别代替 μ 和 σ，来求 u 值。由于 $s=4.15$ cm，$\bar{x}=121.07$ cm，$u=\dfrac{121.07-122}{4.15}=-0.2241$。查附录一标准正态曲线下的面积，在表的左侧找到 －0.2，表的上方找到 0.02，两者相交处为 0.4129，即 122.0 cm 以上的人数占总数的 41.29%，也就是 45 人（41.29% × 110 = 45.42≈45），而清点的实际人数为 44 人，仅差 1 人。其他计算结果见表 7－6。

表7-6 110名8岁健康女童身高的实际频数与理论频数分布比较

$\bar{x} \pm s$	身高范围（cm）	实际分布		理论分布（%）
		人数	百分数（%）	
$\bar{x} \pm 1s$	116.92～125.22	77	70.00	68.27
$\bar{x} \pm 1.96s$	112.94～129.20	105	95.45	95.00
$\bar{x} \pm 2.58s$	110.36～131.78	109	99.09	99.00

（二）制定参考值范围

参考值范围也称正常值范围，统计学上常用*NR*来表示。在医学研究中，经常要制定正常医学参考值范围，如某些解剖、生理、生化等指标的波动范围。正常值范围的制定程序包括：①确定一批样本含量足够大的“正常人”，即排除了影响所研究指标的疾病和有关因素的同质人群。②根据研究目的和应用要求选择适当的正常范围界值，如80%*NR*、90%*NR*、95%*NR*和99%*NR*，一般用95%*NR*。③根据指标的实际用途确定用单侧还是双侧界值。例如，白细胞计数过高、过低均属不正常，须确定双侧界值；按目前的理论，机体内铅含量过高属不正常，须确定单侧上界；肺活量过低属不正常，须确定单侧下界。另外，还要根据资料的分布特点，选用恰当的计算方法，常用方法有：

1. 正态分布法　正态分布法适用于正态或近似正态分布的资料，包括经过转换（如对数）后呈正态分布或近似正态分布的资料。

双侧界值，$\bar{x} \pm u_\alpha s$；单侧上界，$\bar{x} + u_\alpha s$；单侧下界：$\bar{x} - u_\alpha s$

式中，u_α值可根据要求由u界值表查出，常用的u界值见表7-7。

表7-7 常用的u界值表

参考值范围（%）	单侧	双侧
80	0.842	1.282
90	1.282	1.645
95	1.645	1.960
99	2.326	2.576

【例7-13】　求表7-1所示资料的95%*NR*。

由于$s = 4.15$ cm，$\bar{x} = 121.07$ cm，$n = 110$，可按大样本资料处理，$u_{0.05} = 1.96$，95%*NR*为$\bar{x} \pm u_{0.05} s = 121.07 \pm 1.96 \times 4.15 = 121.07 \pm 8.134$，即（112.94～129.20）cm。

2. 对数正态分布法　对数正态分布法适用于对数正态分布资料。

双侧界值，$\lg^{-1}(\bar{X}_{\lg x} \pm u_\alpha S_{\lg x})$；单侧上界，$\lg^{-1}(\bar{X}_{\lg x} \pm u_\alpha S_{\lg x})$；单侧下界，$\lg^{-1}(\bar{X}_{\lg x} \pm u_\alpha S_{\lg x})$。

3. 百分位数法　百分位数法常用于偏态分布资料，以及一端或两端无确切数值的“开口”资料。以95%*NR*为例，双侧界值$P_{2.5}$和$P_{97.5}$，单侧上限界值P_{95}，单侧下限界

值 P_5。

正态分布是许多统计方法应用的理论基础。如 t 分布、F 分布、χ^2 分布等都是在正态分布的基础上推导出来的，u 检验也需以正态分布为基础。此外，二项分布、t 分布、Poisson 分布的极限为正态分布，即在一定条件下，可以按正态分布原理进行统计分析。在实验研究中，为了控制实验误差，保证研究质量，常以 $\bar{x} \pm 2s$ 作为上、下警戒值，以 $\bar{x} \pm 3s$ 作为上、下控制值，即对一些比较极端的检测结果要注意，慎重处理。

练习题

1. 全距、四分位数间距、方差、标准差、变异系数各有何特点？

2. 算术均数、中位数、几何均数的适用对象、计算方法和特点是什么？

3. 一份报纸的新闻报道说 1989 年美国的一般家庭收入是 35 225 美元，这个数字有可能是均数，还是中位数？

（黄祚军）

第八章　计量资料的统计推断

★学习要求

掌握： t 检验与 u 检验等计量资料常用检验方法。

熟悉： 正态分布与 t 分布的基本特征与内容，参数估计与假设检验步骤。

了解： 医学参考值范围的估计方法。

第一节　均数的抽样误差和标准误

一、抽样研究

前面已经讲述了总体与样本两个基本定义。在实际研究中，由于研究对象很多是无限总体，即便是有限总体也存在观察单位较多的问题，要直接研究总体的情况几乎是不可能的。有时候，观察的实质甚至是一种破坏性实验（如对一批药品进行质量检查），对总体中的每一个体逐一观察就更不可能了。因此，对某一总体进行研究的最重要、最常用的方法就是抽样研究，通过样本信息（统计量）来推论总体的特征。

抽样研究作为一种用部分认识整体的观察研究方法，从古到今一直被人们自觉或不自觉地应用，如炒菜时尝尝咸淡，看病时抽取少量血样化验等。目前抽样研究的理论与技术已发展成熟，只要严格按照有关抽样研究的要求操作，是完全可行的。这种用样本信息来推断总体特征的过程，就叫统计推断。

二、抽样研究和抽样误差

抽样研究是指从总体中按照随机化的原则，抽取一定数量的观察单位组成样本进行研究，从而推断总体的研究方法。在实际工作中，由于总体中各观察单位之间存在个体变异，加上随机抽取的样本又只是总体中的一部分，因此用样本计算出来的统计量不一定恰好等于相应的总体参数。这种由于个体变异的存在，在抽样研究中产生的样本统计量与相应的总体参数间的差异就叫抽样误差。同样，来自同一总体的若干样本的统计量之间也会存在差异，这种差异也反映了样本统计量与总体参数之间的差异。当样本是来自相应总体的随机样本时，抽样误差具有随机性（样本统计量可能大于或小于总体参数），其误差大小可以依据中心极限定理进行估计。以数值变量资料为例，按中心极限定理，从均数为 μ 的正态总体中以固定的样本量 n 反复多次（如 100 次）抽样时，所

得样本均数的分布呈正态分布；即使是从偏态总体中抽样，只要样本量足够大，样本均数的分布也近似正态分布。

只要总体中的个体间存在变异，抽样研究中的抽样误差就不可避免，根据资料的性质和指标种类的不同，抽样误差有多种。例如：从某地8岁女童中随机抽取110名，测得平均身高为121.07 cm，而该地8岁女童身高的总体均数不一定恰好等于121.07 cm，这种样本均数与总体均数间的差别称为均数的抽样误差；某地为高血压流行区，从该地人群中随机抽取500人，查出高血压患者60人，患病率为12%，该样本率也不一定等于该地人群的高血压总患病率，这种样本率与总体率之间的差别称为率的抽样误差。

三、均数的标准误

在抽样研究中，若从同一总体中随机抽取样本含量相同的若干个样本，这些样本统计量（如样本均数）之间因个体变异的客观存在而具有离散趋势，即不一致性。数理统计研究表明，抽样误差存在一定的规律性，可用特定的指标来描述，它就是标准误。标准误除了反映样本统计量之间的离散程度外，也反映样本统计量与相应总体参数之间的差异，即抽样误差大小。

1. 均数标准误的意义　如果将来自同一总体的若干个样本均数看成一组新的观察值，同样可以分析其频数分布特征，包括集中趋势和离散趋势，自然就可以计算样本均数的均数和标准差。

【例8-1】　假定某市12岁女中学生的身高分布服从均数μ为152.4 cm，标准差σ为5.0 cm的正态分布。现用电子计算机做抽样模拟试验，每次随机抽出100个观察单位（样本含量$n=100$），共抽取100次，100个样本均数的频数分布如表8-1所示。

表8-1　100个样本均数的频数分布（$\mu=152.4$ cm，$\sigma=5.0$ cm）

组段（cm） (1)	组中值 (2)	频数 (3)	fx (4)	$(fx)^2$ (5)
148 ~	148.5	1	148.50	22 052.25
149 ~	149.5	6	897.00	134 101.50
150 ~	150.5	11	1 655.50	249 152.75
151 ~	151.5	19	2 878.50	436 092.75
152 ~	152.5	26	3 965.00	604 662.50
153 ~	153.5	17	2 609.50	400 558.25
154 ~	154.5	13	2 008.50	310 313.25
155 ~	155.5	5	777.50	120 901.25
156 ~ 157	156.5	2	313.00	48 984.50
合计	—	100	15 253.00	2 326 819.00
		Σf	Σfx	$\Sigma\ (fx)^2$

从表8-1中可以看出，当总体的频数分布为正态分布时，所产生的样本均数的频数分布也基本服从正态分布。即使原总体的频数分布属偏态分布，当样本含量 n 足够大时，其样本均数的分布仍近似正态分布。本例中，样本均数的均数为152.53 cm，与总体均数152.4 cm非常接近。可见，样本均数的均数与原总体的总体均数 μ 一致。同样，也可以求样本均数的标准差 $\sigma_{\bar{x}}$，为了与描述个体观察值离散程度的标准差相区别，用均数标准误来表示样本均数的标准差。均数标准误反映来自同一总体的样本均数的离散程度以及样本均数与总体均数的接近程度，是说明均数抽样误差大小的指标。均数标准误大，表示抽样误差就大，说明各样本均数的离散程度大，用样本均数代表总体均数的可靠性就差；均数标准误小，表示抽样误差小，即各样本均数的离散程度小，比较集中，用样本均数代表总体均数的可靠性就好。

2. 均数标准误的计算　均数标准误的计算公式为

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \tag{8-1}$$

式中，$\sigma_{\bar{x}}$为均数标准误的理论值；σ 为总体标准差；n 为样本含量。σ 已知时，可按式（8-1）求得均数标准误的理论值。【例8-1】中 $\mu = 152.4$ cm，$n = 100$，可得 $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{5}{\sqrt{100}} = 0.5$ cm，结果仅为总体标准差的1/10。在实际工作中，σ 常未知，常用一个样本的标准差 s 来估计，故常用式（8-2）计算均数标准误的估计值 $s_{\bar{x}}$：

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \tag{8-2}$$

由式（8-1）或式（8-2）可见，当 n 一定时，均数标准误与标准差成正比，即标准差越大，均数标准误也越大。也就是说，观察值的离散程度越高，均数的抽样误差就越大。当标准差一定时，均数标准误和$\sqrt{n}$成反比，即样本含量越大，均数的抽样误差越小；当样本含量相等时，变异度大，总体的抽样误差大。因此，可以通过适当增加样本含量来减小抽样误差，当样本含量接近总体数时抽样误差几乎消失（此时已不属抽样而是普查）。当然，选择同质性较好的总体，减少观察值的离散程度也能减小抽样误差。

3. 均数标准误的用途

（1）衡量样本均数的可靠性：均数标准误越小，均数的抽样误差就越小，样本均数就越可靠。

（2）估计总体均数的可信区间 *CI*：前面讲到，抽样研究的重要目的之一就是用样本统计量估计总体参数，即参数估计。常用的参数估计方法有两种：点值估计和区间估计。

点值估计就是直接用样本统计量来估计总体参数，如用 $\bar{x}$ 估计相应的 μ。但由于样本统计量常常不等于总体参数，估计的正确程度难以评价。如某位同学的实际身高为170.0 cm，即便估计的结果为169.0 cm，仍然是错的，因为估计的结果没有包含正确值。

区间估计是指按一定的概率（可信度）估计未知的总体参数所在的可能范围（可

信区间）的估计方法。换句话说，区间估计就是考虑了抽样误差的估计方法，结果较为准确可靠。统计学上常用95%（或99%）可信区间，它表示总体参数在某一范围内的概率为95%（或99%），但在确定总体参数的可信区间时，要根据资料的条件选用不同的方法。

如果样本含量较大（如超过100），95% *CI* 或99% *CI* 的计算公式分别为

$$(\bar{x}-1.96s_{\bar{x}},\ \bar{x}+1.96s_{\bar{x}}) \tag{8-3}$$

$$(\bar{x}-2.58s_{\bar{x}},\ \bar{x}+2.58s_{\bar{x}}) \tag{8-4}$$

【例8-2】 按表7-1所示资料，计算某市2011年8岁健康女童身高的95% *CI*。

由于 $n=110$，可按大样本资料处理。$s=4.15$ cm，$s_{\bar{x}}=\frac{s}{\sqrt{n}}=\frac{4.15}{\sqrt{110}}=0.396$（cm），$\bar{x}=121.07$ cm，因此，95% *CI* 为

(121.07－1.96×0.396，121.07＋1.96×0.396)，即（120.29 cm，121.85 cm）

当 n 较小时，95% *CI* 和99% *CI* 的计算公式分别为

$$(\bar{x}-t_{0.05,\nu}s_{\bar{x}},\ \bar{x}+t_{0.05,\nu}s_{\bar{x}}) \tag{8-5}$$

$$(\bar{x}-t_{0.01,\nu}s_{\bar{x}},\ \bar{x}+t_{0.01,\nu}s_{\bar{x}}) \tag{8-6}$$

【例8-3】 某校医务室随机抽取20个学生，用某批号的结核菌素做皮试，平均浸润直径为9.2 cm，标准差为3.2 cm。若该校学生使用这批结核菌素，皮试平均浸润直径的95% *CI* 是多少？

由于 $n=20$，应按式（8-5）计算95% *CI*。以自由度 $\nu=20-1=19$，查 t 界值表，得 $t_{0.05,19}=2.093$，$s_{\bar{x}}=\frac{3.2}{\sqrt{20}}=0.716$（cm），则皮试平均浸润直径的95% *CI* 为

(9.2－2.093×0.716，9.2＋2.093×0.716)，即（7.7 cm，10.7 cm）

应用可信区间时要注意以下问题：①从总体中进行随机抽样，每个样本可以算得一个可信区间。95% *CI* 是指做100次抽样，算得100个可信区间，平均有95个估计正确（包含总体参数），估计错误的只有5次。尽管5%是小概率事件，但说明这种估计方法仍存在犯错误的风险。②可信区间的两个要素：一是准确度，反映在可信度（$1-\alpha$）的大小，即区间包含总体均数概率的大小，区间越大越准确，如估计某同学的身高为150.0～190.0 cm，就包含了实际结果170.0 cm，但由于范围太宽，没有实际意义。二是精密度，反映在区间的长度，长度越小越精密。在样本含量一定的条件下，两者是矛盾的，若只要求准确度，就会取很长的区间；若追求精密度，就会选择很窄的区间。因此，不能认为99% *CI* 与95% *CI* 孰优孰劣，需要具体问题具体分析，兼顾准确度和精密度。在可信度确定的情况下，增加样本含量，可减小区间长度，提高精密度（减少抽样误差的结果）。

（3）用于均数的假设检验：详见本章第二节。

第二节　均数的假设检验

一、假设检验的基本定义

假设检验是统计推断的重要内容之一，也称显著性检验。均数的假设检验是假设样本来自某一总体或多个样本来自相同的总体，然后用样本统计量来推断是否拒绝这一假设的统计分析方法。如果拒绝假设，就认为样本很可能不是来自这个总体或几个样本很可能来自不同（质）的总体；否则，就应接受假设。

假设检验的基本思路来源于误差产生根源的认识，如前面讲到的抽样误差。但是，抽样误差不是本质不同所致，而是由于在同质的总体中存在个体变异，因抽样而产生的，其数值的大小有一定的规律。抽样误差的规律性是假设检验的基础。

均数假设检验的实质就是差别能否用抽样误差来解释。如果能，就说明抽样误差是个体变异所致，因而不能拒绝最初的假设；如果不能，就说明抽样误差是本质不同所致，最初的假设不成立，因而要拒绝它，否则最初的假设就失去了意义。

二、假设检验的基本步骤

（一）建立假设和确定检验水准

假设有两个：①无效假设，也叫零假设，符号 H_0，即样本均数 $\bar{x}$ 所代表的总体均数 μ 与已知总体均数 μ_0 相等（样本来自均数为 μ_0 的总体），或几个样本所代表的总体均数 $\mu_1=\mu_2=\cdots=\mu_n$（几个样本来自同一总体）；②备择假设，符号 H_1，作为拒绝无效假设 H_0 时而被接受的假设。备择假设有单侧和双侧两种情况：选用双侧检验（如推断两总体均数是否不等）时的假设为 $H_0:\mu_1=\mu_2$，$H_1:\mu_1\neq\mu_2$；选用单侧检验（如已知不会出现 $\mu_1>\mu_2$ 或 $\mu_1<\mu_2$）时的假设为 $H_0:\mu_1=\mu_2$，$H_1:\mu_1<\mu_2$ 或 $\mu_1>\mu_2$。

检验水准也叫显著性水准，为拒绝检验假设 H_0 时所犯第一类错误的概率，用 α 表示，是预先设定的概率值，一般取 0.05 或 0.01（小概率事件的界值）。α 值小，可以提高“阳性”结果的可靠性；α 值大，容易获得差异有统计学意义的结论，但“阳性”结果的可靠性差。

（二）选择检验方法并计算统计量

必须根据拟分析资料的变量及其分布类型、研究设计方案和研究目的，选择适当的假设检验方法，如配对设计资料选择成组比较方法就会降低资料的利用价值。不同检验方法有各自不同的检验统计量及计算公式，如 t 检验、u 检验和 F 分析就要分别计算 t 值、u 值和 F 值。

（三）确定值和做出统计推断结论

假设检验结果的判断是用 P 值来进行的。P 值是指从 H_0 规定的总体中随机抽样获得等于或大于（小于）现有样本统计量值的概率。由于发生概率在 0.05 或 0.01 以下的小概率事件在一次随机抽样试验中几乎不可能发生，因此假设检验中常用 0.05 或 0.01

作为 P 值的判断界值，即 α。P 值的大小与假设检验统计量和样本量的大小有关，根据计算的统计量和自由度（与样本量有关），查阅相应的统计表，就能确定 P 值。以 P 值与检验水准 α 比较，若 $P\leqslant\alpha$，说明从 H_0 规定的总体中抽样获得现有样本统计量值的可能性小，即总体不支持样本信息，因此拒绝 H_0，接受 H_1；若 $P>\alpha$，说明从 H_0 规定的总体中抽样获得现有样本统计量值的可能性不小，不能否定它的存在，因而只能接受 H_0。但要注意，$P\leqslant\alpha$ 尽管是小概率事件，仍有存在的可能；$P>\alpha$ 时不属小概率事件，并非就是十拿九稳的大概率事件。

在统计学中，变量能自由取值的个数被称为自由度，用符号 ν 表示。如方程 $x+y+z=10$ 中，有 3 个变量，但只有 2 个变量可以自由取值，因有一个变量要满足方程式的条件，假设增加 1 个条件 $z\times y=10$，就只有 1 个变量可以自由取值了。因此，自由度 $\nu=n-k$，n 为变量（值）的个数，k 为变量（值）要满足的条件数。

另外，在下结论时，要注意区分统计结论和专业结论。前者只说明有无统计学意义，而不能说明专业上差异的大小。因此，在做假设检验时，要将统计学结论与专业知识有机地结合起来。

三、均数的 t 检验

（一）t 分布

在实际工作中，σ 往往是未知的，常用 s 作为 σ 的估计值，为了与 u 变换相区别，称为 t 变换，$t=\dfrac{\bar{x}-\mu}{s_{\bar{x}}}$，统计量 t 值的分布称为 t 分布。t 分布有以下特征：

（1）以 0 为中心，左右对称的单峰分布。

（2）t 分布是一簇曲线，其形态变化与自由度 ν（与样本量 n 的大小有关）大小有关。自由度 ν 越小，t 分布曲线越低平；自由度 ν 越大，t 分布曲线越接近标准正态分布（u 分布）曲线，如图 8－1 所示。

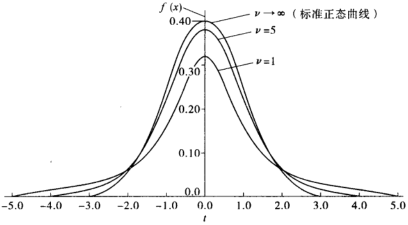


图 8－1 不同自由度的 t 分布

对应于每一个自由度 ν 就有一条 t 分布曲线，每条曲线都有其曲线下统计量 t 的分布规律，计算较复杂。因此，统计学上根据自由度 ν 的大小与 t 分布曲线下面积的关系，编制了 t 界值表（附录二），以便于应用。t 界值表中自由度 ν 与概率 P 交叉处的值就是 t 值，常用 $t_{\alpha,\nu}$ 表示概率为 α、自由度为 ν 时的 t 界值。

由 t 界值表可知：①自由度 ν 相同时，单侧 α 和双侧 2α 的 t 界值相同，即单侧 $t_{\alpha,\nu}$ = 双侧 $t_{2\alpha,\nu}$；②自由度 ν 相同时，α 值越小，$t_{\alpha,\nu}$ 越大，反之越小；③α 值相同时，自由度 ν 越小，$t_{\alpha,\nu}$ 值越大，反之越小。

（二）t 检验

1. 样本均数与总体均数的比较（单个样本的 t 检验）也称单个样本的 t 检验，目的是推断某样本是否来自某一总体，其统计量计算公式为

$$t=\frac{\bar{x}-\mu_0}{s\sqrt{n}} \tag{8-7}$$

$$\text{自由度 } \nu=n-1 \tag{8-8}$$

式中，$\bar{x}$ 为样本均数；μ_0 为已知的总体均数；s 为样本标准差；n 为样本含量。

【例 8-4】 某市 5 岁健康男童的平均身高为 86.7 cm。随机测量某幼儿园 20 名 5 岁健康男童的身高，得平均身高为 90.4 cm，标准差为 4.0 cm。问：能否认为该幼儿园 5 岁健康男童的平均身高高过某市 5 岁健康男童的平均身高？

由于 $\bar{x}=90.4$ cm，$\mu_0=86.7$ cm，$s=4.0$ cm，$n=20$，宜选用单个样本的 t 检验。

（1）建立假设，确定检验水准。

H_0：该幼儿园 5 岁男童的身高与某市 5 岁男童的身高相等，即 $\mu=\mu_0$。

H_1：该幼儿园 5 岁男童的身高与某市 5 岁男童的身高不等，即 $\mu\neq\mu_0$。

$\alpha=0.05$。

（2）选择检验方法计算统计量。

$$t=\frac{\bar{x}-\mu_0}{s\sqrt{n}}=\frac{90.4-86.7}{4\sqrt{20}}=4.137\text{，自由度}\quad \nu=n-1=20-1=19$$

（3）确定 P 值和做出统计推断结论：以 $\nu=19$ 查 t 界值表得，$t_{0.05,19}=2.093$，现统计量 t 值为 4.137，大于界值。因此，$P<0.05$，按 $\alpha=0.05$ 水准，拒绝 H_0，接受 H_1，可认为该幼儿园 5 岁男童的身高与某市 5 岁男童的身高不相等。

2. 配对样本的 t 检验　配对设计是为了控制某些非处理因素对研究结果的影响，将研究对象按某些重要特征（影响研究结果的某些特征）相同或相近的原则配成对子，每一对子中的两个研究对象随机给予两种处理，使同一对子中的研究对象除了处理因素不同外，其他因素相同或相近。同一对子中的两个研究对象分别接受不同的处理，其研究结果的差异可以简单地认为是两种处理因素的效应差异。配对主要有三种情况：①两种同质受试对象分别接受两种处理，如将同性别、年龄相近的同类患者配成一对；②同一受试对象或同一样本的两个部分分别接受不同的处理，如同一人的左臂和右臂；③自身前后对照，如运动前后脉搏数的比较。

配对 t 检验的检验假设 H_0 为差值的总体均数为零。其统计量的计算公式为

$$t=\frac{\bar{d}}{s_{\bar{d}}}=\frac{\bar{d}}{s_{\bar{d}}\sqrt{n}} \quad (8-9)$$

$$\nu=n-1 \quad (8-10)$$

式中，$\bar{d}$ 为差值的均数；$s_{\bar{d}}$为差值的标准误；s_d 为差值的标准差；n 为对子数（计算检验统计量的变量值数）。

【例8-5】 将大白鼠按照同窝、同性别和体重接近的原则配成8对，每对中两只大白鼠随机确定一只进食正常饲料，另一只进食缺乏维生素E饲料，一段时间以后，测量两组大白鼠的肝中维生素A的含量如表8-2所示。问食物中维生素E的缺乏能否影响大白鼠肝中维生素A的含量?

表8-2 两种饲料喂养大白鼠肝中维生素A的含量（IU/g）

对子号	正常饲料	缺乏维生素E饲料	差值 d	d^2
1	3 350	2 450	1 100	1 210 000
2	2 000	2 400	-400	160 000
3	3 000	1 800	1 200	1 440 000
4	3 950	3 200	750	562 500
5	3 800	3 250	550	302 500
6	3 750	2 700	1 050	1 102 500
7	3 450	2 500	950	902 500
8	3 050	1 750	1 300	1 690 000
合计	—	—	6 500	7 370 000

计算得 $\bar{d}=\frac{\sum d}{n}=\frac{6\ 500}{8}=812.5$（IU/g），则

$$s_d=\sqrt{\frac{\sum d^2-(\sum d)^2/n}{n-1}}=\sqrt{\frac{7\ 370\ 000-(6\ 500)^2/8}{8-1}}=546.25 \text{（IU/g）}$$

H_0：两种饲料喂养的大白鼠肝中维生素A含量相等，即 $\mu_d=0$。

H_1：两种饲料喂养的大白鼠肝中维生素A含量不等，即 $\mu_d\neq0$。

$\alpha=0.05$。

$$t=\frac{\bar{d}-0}{s_d/\sqrt{n}}=\frac{812.5}{546.25/\sqrt{8}}=4.207$$

$$\nu=n-1=8-1=7$$

查 t 界值表，$P<0.01$，按 $\alpha=0.05$ 水准，拒绝 H_0，接受 H_1，可认为两组大白鼠肝中维生素A的含量不等，正常饲料组大白鼠肝中维生素A含量比维生素E缺乏饲料组高。

3. 两个独立样本的 t 检验　又称成组 t 检验，适用于完全随机设计两样本均数的比较。此类设计是将受试对象完全随机地分配到两组中去，每组分别接受不同的处理。在

进行两个独立样本的 t 检验时，要求样本代表的总体服从正态分布。由于正态分布由 μ 和 σ 决定，两个呈正态分布的总体如果 σ 相差过大，μ 不等并不奇怪。因此，在比较两总体均数 μ_1 和 μ_2 是否相等时，要求方差齐同。

样本含量小时，统计量计算为

$$t=\frac{\bar{x}_1-\bar{x}_2}{s_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}} \tag{8-11}$$

$$\nu=n_1+n_2-2 \tag{8-12}$$

式中，$\bar{x}_1$ 和 $\bar{x}_2$ 分别为两样本的均数；$s_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}$ 为两样本均数差值的标准误，可计算为

$$s_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}=\sqrt{\frac{(n_1-1)\ s_1^2+\ (n_2-1)\ s_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)} \tag{8-13}$$

如果样本含量足够大，则统计量计算为

$$u=\frac{\bar{x}_1-\bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1}+\frac{s_2^2}{n_2}}} \tag{8-14}$$

【例 8-6】　某医师随机抽样调查某年某地男、女新生儿出生时的身高，结果见表 8-3。问该地男、女新生儿出生时的身高是否不同?

表 8-3　某年某地男、女新生儿出生时的身高（cm）

性别	人数	身高均值	标准差
男	60	57.4	2.6
女	50	55.6	2.5

本例中，$n_1=60$，$n_2=50$，$\bar{x}_1=57.4$，$\bar{x}_2=55.6$，$s_1=2.6$，$s_2=2.5$，则

$$s_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}=\sqrt{\frac{(n_1-1)\ s_1^2+\ (n_2-1)\ s_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}$$

$$=\sqrt{\frac{(60-1)\ 2.6^2+\ (50-1)\ 2.5^2}{60+50-2}\ \left(\frac{1}{60}+\frac{1}{50}\right)}=0.49$$

H_0：该地男、女新生儿出生时的身高相同，即 $\mu_1=\mu_2$。

H_1：该地男、女新生儿出生时的身高不同，即 $\mu_1\neq\mu_2$。

$\alpha=0.05$。

$$t=\frac{\bar{x}_1-\bar{x}_2}{s_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}}=\frac{57.4-55.6}{0.49}=3.679$$

$$\nu=n_1+n_2-2=60+50-2=108$$

以 $\nu=100$ 查 t 界值表得，$P<0.01$，按 $\alpha=0.05$ 水准，拒绝 H_0，接受 H_1，可认为某年某地男、女新生儿出生时的身高有差别。

四、均数比较的 u 检验

做两样本均数比较的 t 检验时，如果样本含量足够大，可用检验法，其统计量计算

为

$$u=\frac{|\bar{x}_1-\bar{x}_2|}{s_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}}=\frac{|\bar{x}_1-\bar{x}_2|}{\sqrt{s_1^2/n_1+s_2^2/n_2}} \tag{8-15}$$

【例8-7】 某医师随机抽样调查了某大学男、女新生的体重，结果见表8-4。问该校男、女新生的体重是否不同?

表8-4 某大学男、女新生的体重（kg）

性别	人数	体重均值	标准差
男	120	56.4	2.8
女	150	57.6	3.0

H_0：该校男、女新生的体重相同，即$\mu_1=\mu_2$。

H_1：该校男、女新生的体重不同，即$\mu_1\neq\mu_2$。

$\alpha=0.05$。

$$u=\frac{|\bar{x}_1-\bar{x}_2|}{\sqrt{s_1^2/n_1+s_2^2/n_2}}=\frac{|56.4-57.6|}{\sqrt{2.8^2/120+3^2/150}}=3.39$$

因为3.39>2.58，所以得$P<0.01$，按$\alpha=0.05$水准，拒绝H_0，接受H_1，可认为某大学男、女新生的体重有统计学显著性差别。

五、两组独立样本资料的方差齐性检验

前面提到，做两个样本均数的比较时，要求样本代表的总体服从正态分布，并且方差齐同。如果方差不齐，就应考虑用t'检验。两样本的方差是否齐同用方差齐性检验（F检验）。其检验统计量F的计算公式为

$$F=\frac{s_{大}^2}{s_{小}^2} \tag{8-16}$$

$$\nu_1=n_1-1,\ \nu_2=n_2-1 \tag{8-17}$$

式中，$s_{大}^2$和$s_{小}^2$分别为较大和较小的样本方差；n_1和n_2分别为方差较大和较小样本的样本含量。根据计算得的F统计量，查附录三，F界值表（方差齐性检验用），做出推断。

【例8-8】 试检验表8-3所示的两组资料的方差是否齐同?

H_0：$\sigma_1^2=\sigma_2^2$。

H_1：$\sigma_1^2\neq\sigma_2^2$。

$\alpha=0.05$。

$$F=\frac{s_{大}^2}{s_{小}^2}=\frac{2.6^2}{2.5^2}=1.082$$

$$\nu_1=n_1-1=60-1=59,\ \nu_2=n_2-1=50-1=49$$

在F界值表中找到与59和49最接近的列和行，交叉处即为相应的F界值，得$F_{0.05(60,40)}=1.80$，$1.082<1.80$，故$P>0.05$，按$\alpha=0.05$水准，不拒绝H_0，可认为两

者方差齐性。

六、假设检验与可信区间

区间估计和假设检验分属两种统计推断方法，但每种区间估计均可以对应一种假设检验方法。因此，探讨它们之间的关系很有必要。

1. 可信区间具有假设检验的功能

【例8-9】 试以【例8-4】中某幼儿园20名5岁健康男童的身高资料计算它所代表总体的95% CI。

$\bar{x}=90.4$ cm，$s=4.0$ cm，$n=20$，$s_{\bar{x}}=0.894$ cm，查 t 界值表，$t_{0.05,19}=2.093$，故95% CI 为

$$(90.4-2.093\times0.894,\ 90.4+2.093\times0.894)，即 (88.53\ \text{cm},\ 92.27\ \text{cm})$$

可见，以样本资料所估计的总体参数没有包括86.7 cm（已知总体参数）。换句话说，产生样本的总体与已知总体不同。因此，结论与按 $\alpha=0.05$ 水准拒绝 H_0 的推断结论是等价的。

2. 可信区间能提供假设检验没有的信息　可信区间在回答差异有无统计学意义的同时，还能提示差异是否有实际意义。以降压药为例，平均降低6 mmHg（合799.932 Pa）一般就会有统计学意义，但在临床上，要平均降低10 mmHg（合1 333.22 Pa）以上才有临床治疗价值。在图8-2中：①不但有统计学意义，还提示有实际意义；②提示可能有实际意义；③仅有统计学意义；④和⑤则无统计学意义，不过对④中的结果要慎重，最好增加样本含量。

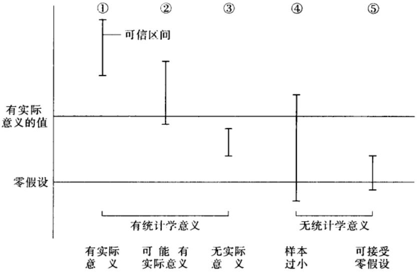


图8-2 可信区间与假设检验

3. 假设检验提供而可信区间不能提供的信息　假设检验可以报告确切的 P 值，从而较为精确地反映检验结论的可靠性；可信区间只能在预先确定的可信度水平（$1-\alpha$）

上进行推断。

七、第一类错误与第二类错误

假设检验是利用反证法，依据样本统计量做出的统计推断，其推断结论有可能发生Ⅰ型错误（第一类错误）和Ⅱ型错误（第二类错误）两种错误，如表8-5所示。

Ⅰ型错误是指拒绝了实际上成立的H_0，为“弃真”的错误，其概率通常用α表示。α可取单侧也可取双侧，可以根据需要确定α的大小，一般规定$\alpha=0.05$或$\alpha=0.01$。其意义为：如果假设检验结论拒绝H_0，发生Ⅰ型错误的概率为5%或1%，即100次拒绝H_0的结论中，平均有5次或1次是错误的。

Ⅱ型错误是指不拒绝实际上不成立的H_0，为“存伪”的错误，其概率通常用β表示。β只能取单尾，假设检验时一般不知道β的值，在一定条件下（如已知两总体的差值δ、样本含量n和检验水准α）可以测算出来。在假设检验中同时减少两类错误的最好方法是适当增加样本含量。

表8-5　假设检验的结论和两类错误

实际情况	假设检验结论	
	拒绝H_0	不拒绝H_0
H_0真	Ⅰ型错误（α）	结论正确（$1-\alpha$）
H_0假	结论正确（$1-\beta$）	Ⅱ型错误（β）

八、假设检验应注意的问题

1. 研究资料的来源要有严密的设计　首先，应保证样本是从同质总体中随机抽取的。其次，各比较组之间应有可比性和均衡性，即除了要比较的因素外，其他可能影响研究结果的因素（如性别、年龄大小、病情轻重等）应尽可能一致或基本一致。

2. 选择适宜的检验方法　假设检验的方法不止一种，各有各的条件，要根据研究目的、资料类型、样本量大小等选用适当的方法。如t检验要求样本来自正态分布总体，当然某些资料可通过变量转换达到正态分布的要求；配对设计资料宜用配对t检验，否则会降低检验功效，得出错误结论；两独立样本比较时要求方差齐性，否则就应选用检验或非参数检验（如秩和检验）；三个及以上样本均数的比较应选用方差分析等。

3. 单侧和双侧的选择　由于单、双侧的t界值不相等，双侧$t_{0.10,\nu}$等于单侧$t_{0.05,\nu}$，如双侧$t_{0.05,10}=2.228$，而单侧$t_{0.05,10}=1.812$。因此，该用单侧检验的用双侧检验会降低检验功效，而该用双侧检验的用单侧检验可能会得出错误的结论。因此，在没有单侧依据时，宁愿降低检验功效而选双侧检验。

4. 假设检验的结论不能绝对化　由于假设检验存在两类错误，因而结论不能绝对化。“肯定”“绝对”“一定”等词不宜在结论中使用。报告结论时，最好列出检验统计量和确切的概率P值。由于增加样本含量可减小抽样误差，当P值在临界值附近时

最好增加样本含量继续分析而不要随意下结论。

5. 正确理解 P 值有无统计学意义　$P \leqslant 0.05$（或 0.01，由具体条件确定）时做出差异有统计学意义的结论，是基于小概率事件在一次随机抽样中“几乎不可能”发生而做出的，但“几乎不可能”并非绝对不可能。另外，不能把差异有统计学意义理解为差别很大，因为影响 P 值大小的不仅仅是两者差值的大小，还与抽样误差的大小有密切关系（体现在检验统计量的公式中）。还要注意统计结论与专业结论的有机结合，不能片面地追求差异有无统计学意义。

练习题

1. 阐述标准差和标准误的区别和联系。
2. 可信区间和医学参考值范围有什么区别？
3. 试述 t 检验的适用范围及其注意事项。

（黄祚军）

第九章　计数资料的统计描述

★学习要求

掌握： 计数资料的常用相对数及其计算方法。

熟悉： 率的标准化法。

第一节　相对数

相对数是两个有联系的指标之比。在卫生统计和医学研究工作中，需要经常将相对数与绝对数结合起来，来全面正确描述事物的特征与规律。

例如，甲、乙两地发生流感流行，甲地发病 1 500 人，乙地发病 1 200 人，我们能否据此判断甲地流感比乙地流感严重呢？答案是不能。因为，要比较两地流感发生的严重程度，不能单纯比较两地发病的人数，还需要考虑两地的人口数。若已知甲地人口为 50 000 人，乙地人口为 30 000 人，则

$$\text{甲地流感发病率} = \frac{1\ 500}{50\ 000} \times 100\% = 3\%$$

$$\text{乙地流感发病率} = \frac{1\ 200}{30\ 000} \times 100\% = 4\%$$

可见，乙地流感发病率高于甲地，乙地流感比甲地更为严重。而如果仅仅从两地的患者人数进行比较和判断，就会得出与实际情况相反的结论。在实际工作中，绝对数和相对数都可以用来描述事物的数量特征，两者各有特点，若结合使用更能全面准确地揭示事物的本质和规律。

一、相对数的常用指标

1. 率　又称频率指标，是指在一定条件下某种现象发生的例数与可能发生该现象的总例数之比，用来说明某种现象发生的频率。常以百、千、万、10 万等为比例基数，称为百分率（%）、千分率（‰）、万分率（1/万）、十万分率（1/10 万）等。其计算公式为

$$\text{率} = \frac{\text{发生某现象的观察单位数}}{\text{可能发生某现象的观察单位总数}} \times k \qquad (9-1)$$

式中，k 为比例基数，其取值主要依据习惯用法，一般使计算的率至少保留一二位整

数。在医学统计资料分析中，感染率、治愈率常用百分率，出生率、死亡率多用千分率，肿瘤死亡率则用十万分率等。

例如，某地区5 000名40岁以上男子中发现冠心病患者136人，计算40岁以上男子冠心病患病率为（136/5 000）×100% =2.72%。

2. 构成比 构成比又称构成指标，是指某一事物内部各组成部分所占的比重或分布，常以百为比例基数，故又称百分比，其计算公式为

$$构成比 = \frac{某一组成部分的观察单位数}{同一事物各组成部分的观察单位总数} \times 100\% \qquad (9-2)$$

例如，某地区60岁以上死亡总人数为358人，其中因恶性肿瘤死亡的人数为35人，恶性肿瘤死亡占总死亡之百分比为（35/358）×100% =9.8%。

构成比有两个特点：①各构成部分的构成比总和为100%。在实际计算时，若尾数受取舍的影响，其和不恰好等于100%，应将尾数做适当调整，使其和等于100%。②某一部分所占比重的增减会同时影响其他部分发生相应变化，各构成比之间是相互制约的。

3. 相对比 相对比是指两个有关指标之比，说明两者的相对水平，常以倍数或百分数表示，计算公式为

$$相对比 = \frac{A}{B} \qquad (9-3)$$

相对比的两个指标性质可以相同，也可以不同，例如男女性别之比，住院患者数与医院床位数之比。这两个指标可以是绝对数，也可以是相对数。习惯上，计算相对比时，若指标 A 大于指标 B，结果用倍数表示；若指标 A 小于指标 B，结果用百分数表示。

例如，我国第四次人口普查资料，男性581 820 407人，女性548 690 231人，则男女性别比为男/女 =581 820 407/548 690 231 =1.060 4，也可写作106.04:100（习惯上性别比常以女性人口数100为基数）。

二、应用相对数应注意的问题

1. 计算相对数的分母不宜过小 在一般情况下，当观察单位个数足够多时，计算出来的相对数比较稳定，能够正确反映实际情况。而当观察单位个数过少时，如某种疾病只有两例患者，结果两例患者均死亡，计算病死率为100%，而如果两例均没有死亡，则病死率为0%。显然，这样依据少数资料计算出来的率是不可靠的，偶然性太大，计算率没有实际意义。如果作为罕见病例，即使只有一例但具有典型特征，仍具有报道价值，但宜用绝对数表示，而不要再计算相对数来表示。在实际工作中，即使依据较多的观察单位个数算得的率进行比较，也应考虑对比组间的差别是否可能是由于抽样误差而引起的。

2. 资料分析时不能以构成比代替率 构成比通常只能说明某事物内部各组成部分所占的比重，不能说明发生的频率或强度，两者有着本质的不同。在临床资料分析中，常见错误之一就是把构成指标当作频率指标来应用。例如，表9-1所示某地各年龄组

妇女乳腺癌普查资料，从第（4）列死亡构成看，“50～”年龄组死亡者的比重最高，但不能据此得出该年龄组的死亡最严重的结论。若要了解究竟哪个年龄组的死亡危险性最大，应计算各年龄组死亡率并进行比较。从第（5）列各年龄组的死亡率可以看出，乳腺癌的死亡率随年龄增长而增高，“60～”以上年龄组的死亡率最高，因此该年龄组患乳腺癌死亡的危险性最大。尽管该地60岁以上妇女乳腺癌死亡率最高，但由于该年龄组检查的人数最少，致使该年龄组的乳腺癌死亡人数也相对减少，所占死亡数的比重也相对较小。

表9－1　某地各年龄组妇女乳腺癌死亡百分构成与年龄别死亡率

年龄（岁）	检查人数	死亡数	死亡构成比（%）	死亡率（1/10万）
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<30	1 269 876	4	1.4	0.3
30～	966 763	30	10.4	3.1
40～	634 585	89	30.8	14.0
50～	252 349	101	34.9	40.0
60～	59 274	65	22.5	109.6
合计	3 182 847	289	100.0	9.1

3. 不能将观察单位个数不等的几个率直接相加计算平均率　例如，根据表9－1资料计算某地妇女乳腺癌的死亡率，不能直接利用五个年龄段的死亡率求平均率（0.3＋3.1＋14.0＋40.0＋109.6）÷5＝33.4（1/10万），正确的计算方法应是死亡率＝（289÷3 182 847）×100 000/10万＝9.1/10万。

4. 进行率或构成比的比较时应注意资料间的可比性　影响率或构成比的因素是多方面的，除研究因素外，其他凡可能影响研究结果的非研究因素应尽可能一致（相同或相近），即资料要具有可比性。也就是说，要在相同条件下才能进行率或构成比的比较。尤其应注意：研究对象是否同质，研究方法是否相同，观察时间是否相等，以及地区、民族、性别、年龄等其他客观条件是否有差别；若资料内部构成有显著性差别，应合理分组进行比较，或比较标准化率。

5. 对样本率或构成比的比较应做显著性检验　与样本均数的抽样研究一样，样本率或构成比也存在抽样误差。因此，在进行样本率或构成比的比较时，不能仅凭数值表面大小下结论，也应在进行差别的显著性检验之后得出结论。

三、动态数列

动态数列是指一系列按时间顺序排列起来的统计指标，用以说明事物在时间上的变化和发展趋势，常用的分析指标有绝对增长量、发展速度和增长速度。

【例9－1】　试就某市2000～2008年年末床位数资料（表9－2）做动态分析。

表 9－2　某市 2000～2008 年某市床位数的发展动态

年份	符号	床位数	绝对增长量		发展速度（%）		增长速度（%）	
(1)	(2)	(3)	累计（4）	逐年（5）	定基（6）	环比（7）	定基（6）	环比（7）
2000	a_0	5 420	—	—	—	—	—	—
2001	a_1	5 608	188	188	103.4	103.4	3.4	3.4
2002	a_2	5 766	346	158	106.4	102.9	6.4	2.9
2003	a_3	5 886	466	120	108.6	102.1	8.6	2.1
2004	a_4	5 991	571	105	110.5	101.7	10.5	1.7
2005	a_5	6 284	864	293	115.9	104.9	15.9	4.9
2006	a_6	6 609	1 189	325	121.9	105.2	21.9	5.2
2007	a_7	6 955	1 535	346	128.3	105.3	28.3	5.3
2008	a_8	7 352	1 932	397	135.6	105.7	35.6	5.7

1. 绝对增长量　说明某种事物在一定时期所增加的绝对数量，可以计算累计增长量和逐年增长量。

（1）累计增长量：指以起始年份的指标做基数，其他年份的指标与基数的差值，如表 9－2 第（4）栏。

（2）逐年增长量：指每年份的指标与其上一年份的指标的差值，如表 9－2 第（5）栏。

2. 发展速度和增长速度　发展速度和增长速度均为相对数，说明某种事物在一定时期的速度变化。

（1）发展速度：计算发展速度时，如果统一选用起始年份的指标做基数，求其他年份的指标与基数的比值，称为定基比，如表 9－2 第（6）栏。如果求每年份的指标与其上一年份的指标的比值，称为环比，如表 9－2 第（7）栏。

（2）增长速度：增长速度＝发展速度－1（或 100%），如表 9－2 第（8）栏与（9）栏。

3. 平均发展速度和平均增长速度　两者说明某种事物在某时期的年平均变化速度，即该时期环比的几何均数。

（1）平均发展速度：计算公式为

$$\text{平均发展速度} = 1 - \sqrt[n]{a_n/a_0} \qquad (9-4)$$

式中，a_0 为基期指标；a_n 为第 n 年指标。

（2）平均增长速度：计算公式为

$$\text{平均增长速度} = \text{平均发展速度} - 1 \qquad (9-5)$$

以表 9－2 所示资料为例，平均发展速度为 1.039（103.9%），平均增长速度为 0.039（3.9%）。

动态数列分析不仅可以总结过去，而且可以预测未来指标，即根据平均发展速度公

式计算几年后达到的指标。例如，根据表9－2所示资料预测2010年的床位数，代入式（9－4），得 a_{10} 为7 946（张），即根据该市2000～2008年床位数平均发展速度，到2010年年末床位数可以达到7 946张。

第二节　率的标准化法

一、率的标准化法的目的和意义

在医学研究中，当对两个组（或多个组）的率进行比较时，如果这两个组（或多个组）研究对象内部构成不同且内部各构成小组的率也明显不同，则不能直接进行两个组（或多个组）的率的比较，而应通过率的标准化法才能进行比较。所谓率的标准化，就是指在选定一个统一的标准下进行率的比较的一种方法，以消除因比较组内部研究对象构成不同所造成的对结果的影响。

【例9－2】　某研究人员欲比较某市甲、乙两个医院治疗某种传染病的疗效，资料见表9－3。试问：根据表9－3中资料能否断定哪家医院治疗这种传染病的医疗水平高？

表9－3　某市甲、乙两医院某种传染病治愈率（%）的比较

类型	甲医院			乙医院		
	治疗数	治愈数	治愈率	治疗数	治愈率	治愈率
普通型	300	180	60.0	100	65	65.0
重型	100	40	40.0	300	135	45.0
暴发型	100	20	20.0	100	25	25.0
合计	500	240	48.0	500	225	45.0

由表9－3所示资料可见，甲医院治疗某种传染病三种类型（普通型、重型和暴发型）的治愈率均低于乙医院，但是合计的总治愈率却是甲医院高于乙医院。其原因就在于甲、乙两医院所治疗该传染病各种类型患者的构成不同，即甲医院治疗的普通型患者较多，而乙医院治疗的重型患者较多，从而导致乙医院虽然三种类型传染病的治愈率均高于甲医院，但总治愈率却低于甲医院的结果。

为消除甲、乙两医院因各种类型传染病患者构成不同对总治愈率的影响，需要通过标准化法计算出标准化率，用标准化率进行比较。

二、标准化率的计算

标准化率的计算方法有直接法和间接法，下面仅介绍直接法。

根据表9－3所示资料，计算甲、乙两医院治疗某种传染病的标准化治愈率，具体计算方法如下：

1. 选定统一的标准　在计算标准化率时，首先需要选定一个统一的标准。标准的选择方法有：①选择有代表性的、较稳定的、数量较大的人群，如全国的、全省的、本地区或本单位历年累计的数据；②在相互比较的资料中，任选其中一组资料作为标准，或者将比较组资料合并作为标准，然后根据选定的标准计算标准化率。

本例以甲、乙两医院治疗的三种类型患者数相应的合计数为统一的标准，见表9－4第（2）列。

2. 计算统一标准下甲、乙两医院的预期治愈人数　分别将两医院的普通型、重型、暴发型的标准人口数乘以相应的原治愈率，即得两医院的普通型、重型、暴发型的预期治愈人数，见表9－4第（4）、（6）列。

3. 计算统一标准下甲、乙两医院的标准化治愈率　分别将甲、乙两医院的各种类型预期治愈人数相加再除以标准患者数的合计数，即得到甲、乙两医院治疗某种传染病的标准化治愈率。

表9－4　某市甲、乙两医院某种传染病标准化治愈率（%）

类型	标准	甲医院		乙医院	
（1）	患者数（2）	原治愈率（3）	预期治愈数（4）＝（2）×（3）	原治愈率（5）	预期治愈数（6）＝（2）×（5）
普通型	400	60.0	240	65.0	260
重型	400	40.0	160	45.0	180
暴发型	200	20.0	40	25.0	50
合计	1 000	—	440	—	490

甲医院标准化治愈率：P_1＝（440÷1 000）×100%＝44%。

乙医院标准化治愈率：P_2＝（490÷1 000）×100%＝49%。

通过选择统一的标准，消除了两医院各种类型传染病患者构成不同的影响后，得出了甲、乙两医院某种传染病的标准化治愈率分别为44%和49%，甲医院低于乙医院，校正了标准化之前甲医院高于乙医院的情况。

本例若选择以甲医院（或乙医院）治疗的患者数为标准，只需计算出乙医院（或甲医院）的标准化治愈率，便可直接与甲医院（或乙医院）治愈率进行比较，即可得出反映实际情况的结论。

三、应用标准化法应注意的问题

（1）标准化法的目的在于采用统一的标准构成，以消除由于构成不同造成的对率的影响，从而使算出的标准化率具有可比性。

（2）一般情况下直接法易于理解，计算简便，更为常用。如果不想使用标准化法，而是直接比较各小组的率，也可得出正确的结论，但不能直接比较各小组合计的总率。

（3）在运用率的标准化法时，所选用的标准不同，计算的标准化率也不相同，但

得出的结论是一致的。因此，标准化率不能反映率的实际水平，只能表明相互比较资料间的相对水平。

（4）由于存在抽样误差，若要得出样本标准化率所属的总体率是否相同，也应做样本标准化率的显著性检验。

练习题

1. 常用的相对数指标有哪些？它们在意义和计算上有何不同？为什么不能以构成比代替率？

2. 某县 1976～1980 年流行性出血热病死率如表 9－5 所示，试做简要分析。

表 9－5　1976～1980 年某县流行性出血热病死率

时间（年）	发病例数	病死例数	病死率（%）
1976	18	2	11.1
1977	114	11	9.6
1978	153	10	6.5
1979	248	8	3.2
1980	329	7	2.1

3. 用率的标准误 s_p 描述率的抽样误差是否有条件限制？

4. 标准化法的目的是什么？

（朱新义）

第十章　计数资料的统计推断

★学习要求

掌握： 计算率的标准误并能进行两个率差别的 u 检验；两个或多个率（或构成比）差异的 χ^2 检验。

熟悉： 正确选择 χ^2 检验方法。

第一节　率的抽样误差与总体率的估计

一、率的抽样误差

在抽样研究中，与样本均数存在抽样误差一样，来自同一总体的样本率之间以及样本率与总体率之间也存在着差异，这种差异称为率的抽样误差。统计学上，用率的标准误来表示率的抽样误差的大小，其计算公式为

$$\sigma_P = \sqrt{\frac{\pi\ (1-\pi)}{n}} \tag{10-1}$$

式中，σ_P 为率的标准误；π 为总体率；n 为样本含量。

率的标准误是反映率的抽样误差大小的指标，标准误越小，说明率的抽样误差越小，表示样本率与总体率越接近，用样本率估计总体率的可靠性越大；反之，标准误越大，说明率的抽样误差越大，表示样本率与总体率差别越大，用样本率估计总体率的可靠性越小。

在实际工作中，一般不知道总体率 π 的数值，故常用样本率 P 来代替，从而计算出率的标准误 σ_P 的估计值（用 s_P 来表示），来反映率的抽样误差的大小，其计算公式为

$$s_P = \sqrt{\frac{P\ (1-P)}{n}} \tag{10-2}$$

式中，s_P 为率的标准误的估计值；P 为样本率；n 为样本含量。

【例 10-1】　某中心血站对 2 196 名既往有偿献血者进行 HIV 检查，结果有 138 人检出 HIV 阳性，阳性率 6.28%，试求 HIV 阳性率的标准误。

本例中 $n=2\ 196$，$P=0.062\ 8$，$1-P=0.937\ 2$，则

$$s_P=\sqrt{\frac{0.0628\times0.9372}{2196}}=0.0052=0.52\%$$

二、总体率的估计

由于总体率常常是未知的，经常需要由样本率来推算总体率所在的可能范围。

当总体率 π 不太接近 0 或 100%，且每次抽取的样本量 n 不是太小时，样本率的分布近似于正态分布。因此，有了率的标准误，就可以参照求总体均数可信区间的方法，求出总体率的可信区间。

总体率的 95% 可信区间为

$$P\pm1.96s_P \tag{10-3}$$

总体率的 99% 可信区间为

$$P\pm2.58s_P \tag{10-4}$$

例如，例【10－1】中检查 2 196 名既往有偿献血人员的 HIV 阳性率 $P=6.28\%$，$s_P=0.52\%$，由此推算当地既往有偿献血人员 HIV 阳性率有 95% 的可能在 $6.28\%\pm1.96\times0.53\%$，即 5.24%～7.32% 的范围内；有 99% 的可能在 $6.28\%\pm2.58\times0.53\%$，即 4.91%～7.65% 的范围。

当样本含量较小（如≤50），且样本率 P 接近 0 或 1 时，可通过查百分率的可信区间表（附录四），求得总体率的可信区间。

第二节　率的 u 检验

当样本含量较大时，样本率的频数分布近似于正态分布，可应用正态分布的规律来检验率的差异有无统计学意义（差异有无显著性）。

一、样本率与总体率差异的检验

在对样本率与总体率差异进行 u 检验时，可先根据总体率求出率的标准误，再计算样本率与总体率差值为标准误的多少倍，此值称为 u 值。其计算公式为

$$u=(P-\pi)/\sigma_P \tag{10-5}$$

式中，P 为样本率；π 为总体率；σ_P 为根据总体率计算所得的标准误。由于 u 值服从标准正态分布，故可查表 10－1 做出判断。

表 10－1　u 值、P 值与差别的统计意义的关系

$\lvert u\rvert$ 值	P 值	差异的意义
<1.96	>0.05	无统计学意义
≥1.96	≤0.05	有统计学意义
≥2.58	≤0.01	有高度统计学意义

【例 10-2】 根据以往经验，一般胃溃疡患者中有 20% 发生胃出血症状，某医生观察 65 岁以上胃溃疡患者 152 例，其中 48 例发生胃出血症状。问老年胃溃疡患者出血情况与一般患者有无差异？

本例中总体率 $\pi=20\%=0.2$，$1-\pi=0.8$，$n=152$，则

$$\sigma_P=\sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}}=0.0324$$

$$P=(48\div152)\times100\%=31.6\%=0.316>0.01$$

$$u=(P-\pi)/\sigma_P=(0.316-0.2)\div0.0324=3.58>2.58$$

结果表明：p 与 π 的差异有高度统计学意义，即可以认为老年胃溃疡患者比一般患者更容易发生胃出血症状。

二、两个样本率差异的检验

在检验两个样本率差异是否有统计意义时，其 u 检验的计算公式为

$$u=\frac{P_1-P_2}{s_{P_1-P_2}} \quad (10-6)$$

$$s_{P_1-P_2}=\sqrt{P(1-P)(1/n_1+1/n_2)} \quad (10-7)$$

【例 10-3】 某种疾病治疗前血液检查计数 100 个白细胞，其中嗜酸性粒细胞 30 个；治疗后血液检查白细胞计数 100 个中，嗜酸性粒细胞数为 20 个。问治疗前后嗜酸性粒细胞比例是否有差异？

本例中治疗前后嗜酸性粒细胞比例分别为 $P_1=30\%$，$P_2=20\%$。

治疗前后合并嗜酸性粒细胞比例为 $P=25\%$，$Q=1-P=75\%$。

代入公式得

$$s_{P_1-P_2}=\sqrt{PQ(1/n_1+1/n_2)}=6.124\%$$

$$u=\frac{P_1-P_2}{s_{P_1-P_2}}=\frac{30\%-20\%}{6.124\%}=1.63$$

$u<1.96$，$P>0.05$，故可认为治疗前后嗜酸性粒细胞比例的差异无统计意义。

第三节 检 验

当研究资料样本含量不足够大，或需要对多个率或构成比进行比较时，就不适宜再使用检验，而可以考虑采用 χ^2 检验的方法对资料进行统计学推断。

χ^2 检验也称卡方检验，是一种用途较为广泛的统计学检验方法，常用于推断两个或两个以上样本率（或构成比）之间的差异有无统计学意义。与均数的显著性检验一样，χ^2 检验也可分为独立样本比较和配对样本比较两类检验方法。

一、四格表资料的 χ^2 检验

四格表资料的 χ^2 检验适用于两个样本率差异的统计学检验。

【例 10-4】 某医师用甲、乙两种治疗方法治疗慢性支气管炎 118 例，治疗结果见表 10-2。问这两种治疗方法对慢性支气管炎患者的治愈率是否不同？

表 10-2 甲、乙两种疗法治疗慢性支气管炎结果

组别	治愈例数	未治愈例数	合计	治愈率（%）
甲法	52（40.76）	13（24.24）	65	80.0
乙法	22（33.24）	31（19.76）	53	41.5
合计	74	44	118	62.7

注：括号内为理论数。

表 10-2 中 $\begin{array}{|c|c|}\hline 52 & 13 \\ \hline 22 & 31 \\ \hline\end{array}$ 这 4 个格子中的数据是基本数据，其余数据都是由这 4 个基本数据推算出来的，故这种资料称为四格表资料。

（一）χ^2 值的意义

对资料进行 χ^2 检验需要计算统计量 χ^2 值。χ^2 值的意义与计算方法可用式（10-8）来说明：

$$\chi^2 = \Sigma\frac{(A-T)^2}{T} \qquad (10-8)$$

式中，A 为实际数，如表 10-2 中甲、乙两种疗法治疗结果中的实际治愈例数和未治愈例数，即四格表中的四个基本数据；T 为理论数，是根据检验假设计算出来的。如以上述资料为例，其检验假设为：甲、乙两种疗法的治愈率相同，即都等于合计的治愈率 62.7%（74/118）。据此，甲疗法治疗患者 65 例，理论上应该治愈患者例数为 65 × 62.7% = 40.76（例），未治愈患者例数为 65 - 40.76 = 24.24（例）；而乙疗法治疗患者 53 例，理论上应该治愈患者例数为 53 × 62.7% = 33.24（例），未治愈患者例数为 53 - 33.24 = 19.76（例）。

理论数的计算公式为

$$T_{RC} = \frac{n_R n_C}{n} \qquad (10-9)$$

式中，T_{RC} 为第 R 行、第 C 列格子的理论数；n_R 为第 R 行的合计数；n_C 为第 C 列的合计数；n 为总例数。表 10-2 的理论数如下：

$$T_{11} = \frac{74\times65}{118} = 40.76,\ T_{12} = \frac{44\times65}{118} = 24.24$$

$$T_{21} = \frac{74\times53}{118} = 33.24,\ T_{22} = \frac{44\times53}{118} = 19.76$$

由于四格表资料每行每列的合计数都是固定的，四个理论数中只要用式（10-9）求出其中一个，其余三个理论数就可以用同行或同列的合计数相减而求得。

将实际数和理论数代入式（10-8），即可计算出统计量 χ^2 值。

由 χ^2 值的计算公式可以看出，χ^2 值反映了实际数与理论数的吻合程度：当实际数

与理论数的相对差异越大时，χ^2 值也越大；实际数与理论数完全相同时，χ^2 值为0；除此之外，χ^2 值永远是正值。同时，由于每一对实际数与理论数的差值都计算入χ^2 值中，如果格子数越多（本例为四格表），χ^2 值也会相应越大。因此，在考虑χ^2 值大小的意义时，也要考虑格子数。

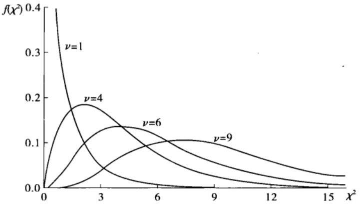


图10-1　不同自由度下的χ^2 分布曲线

从同一总体中随机抽出的样本所算得的χ^2 值的分布近似于χ^2 分布（图10-1），其分布规律是：在同一自由度下，χ^2 值越大，相应的样本率 P 越小；χ^2 值越小，相应的样本率 P 越大。其中，等于或大于$\chi^2_{0.05,\nu}$的χ^2 值占5%或5%以下；等于或大于$\chi^2_{0.01,\nu}$的χ^2 值占1%或1%以下。$\chi^2_{0.05,\nu}$和$\chi^2_{0.01,\nu}$的数值可以通过χ^2 界值表（附录五）查得。ν 为自由度，等于计算理论数时必须独立计算的格子数，如【例10-4】中共有四格，只要独立计算出一个理论数，其他三个理论数可以通过合计数与之相减得出，故自由度为1。

自由度可通过下列公式计算：

$$\nu = （行数-1）（列数-1） \tag{10-10}$$

（二）χ^2 检验的基本步骤

以【例10-4】所示资料为例，简述χ^2 检验的基本步骤：

1. 建立检验假设，确定检验水准

H_0：$\pi_1=\pi_2$，即甲、乙两种疗法治疗慢性支气管炎的治愈率相同。

H_1：$\pi_1\neq\pi_2$，即甲、乙两种疗法治疗慢性支气管炎的治愈率不同。

$\alpha=0.05$。

2. 计算理论数和χ^2 值　理论数前面已经算出，代入式（10-8）求χ^2 值：

$$\chi^2=\Sigma\frac{(A-T)^2}{T}=\frac{(52-40.76)^2}{40.76}+\frac{(13-24.24)^2}{24.24}+\frac{(22-33.24)^2}{33.24}+\frac{(31-19.76)^2}{19.76}=18.50$$

3. 确定 P 值　本例中自由度 $\nu=(2-1)\times(2-1)=1$，查χ^2 界值表，$\chi^2_{0.05,1}=3.84$，本例中$\chi^2=18.50>\chi^2_{0.05,1}$，故 $P<0.05$。

4. 推断结论　$P<0.05$，按 $\alpha=0.05$ 的水准，拒绝 H_0，接受 H_1，即可以认为甲、乙两种疗法治疗慢性支气管炎的效果不同，甲疗法治愈率高于乙疗法。

（三）四格表资料专用公式

对于四格表资料，计算χ^2值时还可以用专用公式：

$$\chi^2=\frac{(ad-bc)^2n}{(a+b)\ (c+d)\ (a+c)\ (b+d)} \tag{10-11}$$

式中，a、b、c、d分别为四格表中的四个实际数；n为总例数。仍以【例 10－4】所示资料为例，符号标记见表 10－3。

表 10－3　甲、乙两种疗法治疗慢性支气管炎结果符号标记

组别	治愈例数	未治愈例数	合计
甲法	52 (a)	13 (b)	65 ($a+b$)
乙法	22 (c)	31 (d)	53 ($c+d$)
合计	74 ($a+c$)	44 ($b+d$)	118 (n)

将标有a、b、c、d的四个实际数代入式（10－11），求χ^2值：

$$\chi^2=\frac{(52\times31-13\times22)^2\times118}{65\times53\times74\times44}=18.50$$

计算结果与按式（10－8）计算的结果相同。

（四）四格表资料χ^2值的校正

χ^2分布是数理统计根据正态分布中有关公式计算出来的一种连续性分布。用上述χ^2值计算公式算得的值只能说近似于χ^2分布，在自由度大于 1 且理论数皆大于 5 时，这种近似性很好；而当自由度等于 1，尤其当有理论数小于 5 时，近似性不是很好，求得的概率值往往偏小，特别是当求出得χ^2值在$\chi^2_{\alpha,\nu}$附近时，应当利用校正公式计算χ^2值。

四格表资料χ^2值的校正公式为

$$\chi^2=\sum\frac{(|A-T|-0.5)^2}{T} \tag{10-12}$$

$$\chi^2=\frac{(|ad-bc|-n/2)^2n}{(a+b)\ (c+d)\ (a+c)\ (b+d)} \tag{10-13}$$

式（10－12）为基本公式求得的χ^2值的校正公式，式（10－13）为四格表资料专用公式求得的χ^2值的校正公式。

一般认为在进行四格表资料χ^2检验时，当$1\leqslant T<5$且$n\geqslant40$时，可用四格表的连续性校正公式；若四格表$n<40$，或$T<1$时，可用四格表资料的确切概率法进行校正。

【例 10－5】　某医生采用“西药化疗”和“中草药＋西药化疗”两种治疗方案，治疗卵巢癌患者 40 例，治疗结果见表 10－4。问这两种疗法的疗效有无统计学意义？

表 10－4 两种疗法缓解率的比较

组别	缓解	未缓解	合计
西药化疗	2（4.8）	10（7.2）	12
中草药＋西药化疗	14（11.2）	14（16.8）	28
合计	16	24	40

本例的检验步骤如下：

1. 建立检验假设，确定检验水准

H_0：$\pi_1=\pi_2$，即两种疗法的缓解率无差异。

H_1：$\pi_1\neq\pi_2$，即两种疗法的缓解率有差异。

$\alpha=0.05$。

2. 计算理论数和χ^2 值　按式（10－9）计算理论数 T，列于表 10－4 的括号内。有一个格子 $1<T<5$ 且 $n=40$，故需对χ^2 值做连续性校正。

按式（10－13）计算χ^2 值：

$$\chi^2=\frac{(|ad-bc|-n/2)^2n}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}=\frac{(|2\times14-10\times14|-40/2)^2\times40}{12\times28\times16\times24}=2.624$$

3. 确定 P 值　$\nu=1$，查χ^2 界值表，得$\chi^2_{0.05,1}=3.84$，本例中$\chi^2=2.624<\chi^2_{0.05,1}$，故 $P>0.05$。

4. 推断结论　$P>0.05$，按 $\alpha=0.05$ 水准，尚不能拒绝 H_0，即根据本资料还不能认为两种疗法的缓解率有差异。

本例若不进行校正，则$\chi^2=3.89$，$P<0.05$，就该做出差异有统计学意义的推论结论，可见未校正的 P 值是偏低的。

二、行×列表资料的χ^2 检验

当研究资料的行数或列数大于 2 时，统称行×列表资料。行×列表资料的χ^2 检验主要用于多个率或构成比资料的统计学检验。

行×列表资料χ^2 检验的基本思想仍可用χ^2 检验的基本式（10－8）说明。为计算方便，可以用行×列表资料的专用式（10－14）计算χ^2 值。式（10－14）由式（10－8）推出，两个公式完全等价。

$$\chi^2=n\left(\sum\frac{A^2}{n_Rn_C}-1\right)\qquad(10-14)$$

式中，n 是总例数；A 是每个格子的实际数；n_R、n_C 分别为 A 值所对应的行的合计数和列的合计数。

（一）多个样本率的比较

【例 10－6】　在某医院住院患者中，不同季节呼吸道感染情况见表 10－5。问在不同季节呼吸道感染率有无差异？

表 10－5　不同季节呼吸道感染率的比较

季节	感染人数	未感染人数	合计	感染率（%）
春	12	699	711	1.69
夏	12	666	678	1.77
秋	29	665	694	4.18
冬	35	717	752	4.65
合计	88	2 747	2 835	3.10

本例的检验步骤如下：

1. 建立检验假设，确定检验水准

H_0：不同季节的呼吸道感染率相同。

H_1：不同季节的呼吸道感染率不同或不全相同。

$\alpha=0.05$。

2. 计算 χ^2 值　代入式（10－14），求 χ^2 值：

$$\chi^2=2\,835\times\left(\frac{12^2}{711\times 88}+\frac{699^2}{711\times 2\,747}+\frac{12^2}{678\times 88}+\frac{666^2}{678\times 2\,747}+\frac{29^2}{694\times 88}+\frac{665^2}{694\times 2\,747}+\frac{35^2}{752\times 88}+\frac{717^2}{752\times 2\,747}-1\right)=17.43$$

$$\nu=(\text{行数}-1)(\text{列数}-1)=(4-1)\times(2-1)=3$$

3. 确定 P 值　查 χ^2 界值表，$\chi^2_{0.05,3}=7.81$，本例中 $\chi^2=17.43>\chi^2_{0.05,3}$，故 $P<0.05$。

4. 推断结论　$P<0.05$，按 $\alpha=0.05$ 水准，拒绝 H_0，接受 H_1，故可以认为在不同季节呼吸道感染率不同。

（二）构成比的比较

【例 10－7】　某学者对我国南、北方鼻咽癌患者的病理组织学分类构成进行了研究，结果见表 10－6。问我国南、北方鼻咽癌患者的病理组织学分类的构成是否相同？

表 10－6　我国南、北方鼻咽癌患者病理组织学分类的比较

组别	淋巴上皮癌	未分化癌	鳞癌	其他	合计
南方	71	6	16	18	111
北方	89	18	22	51	180
合计	160	24	38	69	291

本例的检验步骤如下：

1. 建立检验假设，确定检验水准

H_0：南、北方鼻咽癌患者病理组织学分类的构成相同。

H_1：南、北方鼻咽癌患者病理组织学分类的构成不同或不全相同。

$\alpha=0.05$。

2. 计算χ^2值 代入式（10－14），求χ^2值：

$$\chi^2=291\times\left(\frac{71^2}{111\times160}+\frac{6^2}{111\times24}+\frac{16^2}{111\times38}+\frac{18^2}{111\times69}+\frac{89^2}{180\times160}+\frac{18^2}{180\times24}+\frac{22^2}{180\times38}+\frac{51^2}{180\times69}-1\right)=8.89$$

$$\nu=(2-1)\times(4-1)=3$$

3. 确定P值 查χ^2界值表，$\chi^2_{0.05,3}=7.81$，本例中$\chi^2=8.89$，$\chi^2>\chi^2_{0.05,3}$，故$P<0.05$。

4. 推断结论 $P<0.05$，按$\alpha=0.05$水准，拒绝H_0，接受H_1，即可以认为我国南、北方鼻咽癌患者病理组织学分类的构成不相同或不全相同。

（三）行×列表资料χ^2检验的注意事项

（1）理论数不宜太小，否则会导致分析的偏性。一般认为小于5的理论数不应超过1/5以上格子，或者不能有小于1的理论数。对于因理论数太小而不能进行χ^2检验的资料，应采取适当方法增加理论数使资料符合上述要求。增加理论数有三种处理办法：①增加样本含量；②将太小的理论数所在的行或列的实际数与性质相近的行或列的实际数合并；③删去理论数太小的行或列。后两种方法可能会损失样本资料的信息，也会损害样本的随机性，有可能会影响推断结论，故不宜作为常规方法。

（2）当对多个样本率（或构成比）进行χ^2检验时，如果结论为拒绝检验假设，则只能认为各总体率或构成比之间总的来说有差异，但不能说它们彼此之间都有差异，或者某两者间有差异。如果想要进一步了解某两者间是否有差异，则需要进行两两比较的统计学检验。

三、配对资料的χ^2检验

配对资料的χ^2检验常用于检验两种方法（检验方法或培养方法）对同一样本的处理结果是否有显著性差异。

【例10－8】 某研究人员将55份标本分别接种在甲、乙两种培养基中进行培养，共出现四种培养结果（表10－7）：① 两种培养基都生长者；② 甲培养基生长、乙培养基不生长者；③ 甲培养基不生长、乙培养基生长者；④ 两种培养基都不生长者。问两种培养基培养效果有无差异？

表10－7 两种培养基培养结果比较

甲种培养基	乙种培养基		合计
	生长	不生长	
生长	31（a）	12（b）	43
不生长	1（c）	11（d）	12
合计	32	23	55

本例是以每份标本作为受试对象，分别接受两种培养基培养，以观察培养结果是否

相同，属于配对计数资料，可以通过配对资料的χ^2检验推断差异有无统计学意义。

由表10－7中可见：两种培养基都生长者（a），两种培养基都不生长者（d），这是培养结果相同的部分；甲培养基生长、乙培养基不生长者（b），甲培养基不生长、乙培养基生长者（c），这是培养结果不相同的部分。因为我们的目的是判断两种方法培养结果有无差异，所以在检验时仅需考虑检测结果不一致的（b）和（c）就可以了。

配对资料的χ^2检验时，若$b+c \geqslant 40$，χ^2值计算公式如下：

$$\chi^2=\frac{(b-c)^2}{b+c},\ \nu=1 \tag{10-15}$$

若$b+c<40$，则采用配对资料χ^2检验的校正公式：

$$\chi^2=\frac{(|b-c|-1)^2}{b+c},\ \nu=1 \tag{10-16}$$

本例的检验步骤如下：

1. 建立检验假设，确定检验水准

H_0：$b=c$，即两种培养基培养结果相同。

H_1：$b \neq c$，即两种培养基培养结果不相同。

$\alpha=0.05$。

2. 计算χ^2值　已知$b=12$，$c=1$，$b+c=13<40$，代入式（10－16），求χ^2值：

$$\chi^2=\frac{(|b-c|-1)^2}{b+c}=\frac{(|12-1|-1)^2}{12+1}=7.69$$

3. 确定P值　$\nu=1$，查χ^2界值表，$\chi^2_{0.05,1}=3.84$，本例中$\chi^2=7.69>\chi^2_{0.05,1}$，$P<0.05$。

4. 推断结论　$P<0.05$，按$\alpha=0.05$水准，拒绝H_0，接受H_1，即可以认为这两种培养基培养效果有差异，甲种培养基优于乙种培养基。

【例10－9】　某医生为研究甲、乙两种方法检查肝癌的灵敏度，用这两种方法分别检查已确诊的肝癌患者120例，检查结果见表10－8。问甲、乙两种检查方法哪个更好？

表10－8　甲、乙两种方法检查结果比较

甲方法	乙方法		合计
	+	－	
+	42（a）	18（b）	60
－	30（c）	30（d）	60
合计	72	48	120

本例的检验步骤如下：

1. 建立假设，确定检验水准

H_0：$b=c$，即甲、乙两种检查方法阳性率相同。

H_1：$b \neq c$，即甲、乙两种检查方法阳性率不相同。

$\alpha = 0.05$。

2. 计算 χ^2 值 已知 $b = 18$，$c = 30$，$b + c = 48 > 40$，故代入式（10 - 15），求 χ^2 值：

$$\chi^2 = \frac{(b-c)^2}{b+c} = \frac{(18-30)^2}{18+30} = 3.00$$

3. 确定 P 值 查 χ^2 界值表，$\chi^2_{0.05,1} = 3.84 > \chi^2 = 3.00$，$P > 0.05$。

4. 推断结论 $P > 0.05$，按 $\alpha = 0.05$ 水准，还不能拒绝 H_0，故根据本资料尚不能认为两种检查方法的灵敏度有差异。

练习题

1. 做 χ^2 检验的四格表资料应满足什么要求？
2. 独立资料的四格表与配对设计资料的四格表有什么不同？
3. 两个率的 u 检验与四格表的 χ^2 检验有何异同？
4. 对行×列表资料进行 χ^2 检验时应注意哪些问题？
5. 某医生观察某种新药预防某种疾病的效果（表 10 - 9），并用四格表专用公式计算出 $\chi^2 = 6.63$，$P = 0.01$。问：

（1）此表中四个基本数字 a、b、c、d 各等于多少？

（2）该种新药物预防效果如何？

表 10 - 9 某种新药预防某种疾病的效果

分组	观察人数	未发病	有效率（%）
服药组	180	130	72.2
未服药组	230	190	82.6

（朱新义）

第十一章　统计表和统计图

★学习要求

掌握：统计表的编制原则与方法；各种常用统计图的编制方法。

了解：统计图表在医学领域的应用。

统计表和统计图是统计描述的重要方法。医学科学研究资料经过整理和计算各种统计指标后，所得结果除了用适当的文字说明外，常将统计资料及其指标以表格列出（称为统计表），或将统计资料形象化，利用点的位置、线段的升降、直条的长短或面积的大小等形式直观表示事物间的数量关系（称为统计图）。统计表与统计图可以代替冗长的文字叙述，表达清楚，对比鲜明。

第一节　统计表

（一）统计表的结构与编制

1. 统计表的结构　统计表由标题、标目、线条和数字构成，如表 11－1 所示。

表 11－1　统计表的结构

横标目名称	纵标目	合计
横标目	数字	
合计		

2. 列表的原则　重点突出，简单明了，即一张表一般表达一个中心内容，便于分析比较；主谓分明，层次清楚，符合逻辑，明确被说明部分（主语）与说明部分（谓语）。

3. 编制要求　编制统计表的基本原则是重点突出，简单明了，条理清晰，层次分明。对统计表各构成部分的具体要求是：

（1）标题：标题应简要说明表的主要内容，既不能太简略，也不能太烦琐，应包括时间、地点和主要内容等。标题应写在表的正上方，如在一篇文章中有两个或两个以

上表格，则应在标题前标明序号。

（2）标目：分横标目和纵标目，用以说明表内数字的含义。横标目位于表格左侧，说明表中同一横行数字的含义，一般表示研究事物的分组。纵标目位于表格上端，说明表中纵行数字的含义，一般表示统计指标。有单位时应在纵标目后加括号注明单位。标目的顺序可按惯例、时间先后、数值大小、重要程度等排列。

（3）线条：统计表的线条主要有顶线、底线和标目线，俗称三线表。如有合计栏，则可加画合计线，其余线条一律省去，尤其不能有竖线，两端不能封口，左上角不画斜线。

（4）数字：统计表中数字一律用阿拉伯数字，同一指标小数位数要保持一致，小数点要对齐。表中不能留空格，不应有数字或数字无意义的应用"—"表示，数字暂缺或数字太小被省略的应用"…"表示，数字为零则写明"0"。

（5）备注：统计表内不应有文字，如有的数字需要说明，则先用"*"号在该数字右上角标出，后在表格下方用文字说明。

（二）统计表的种类

统计表通常按分组标志多少分为简单表与组合表。

1. 简单表　将研究对象只按一种标志或特征分组的统计表称为简单表。如表 11－2 所示，研究对象只按科室一种标志分组。

表 11－2　某医院 2002 年各科室住院危重患者抢救成功率

科室	危重患者数	抢救成功数	抢救成功率（%）
内科	315	253	80.3
外科	322	239	74.2
儿科	108	102	94.4
妇产科	121	99	81.8
其他	112	86	76.8
合计	978	779	79.7

2. 复合表　将研究对象按两种或两种以上标志或特征分组的统计表称为复合表。如表 11－3 所示，研究对象既按年龄分组，又按性别分组。

表 11－3　某省 1994 年 25～70 岁人口高血压患病率（%）

年龄组	男			女			合计		
	人数	患者数	患病率	人数	患者数	患病率	人数	患者数	患病率
25～	1 158	39	3.37	1 251	12	0.96	2 409	51	2.12
35～	1 183	101	8.54	1 482	83	5.60	2 665	184	6.90
45～	1 092	182	16.67	975	158	16.21	2 067	340	16.45

续表

年龄组	男			女			合计		
	人数	患者数	患病率	人数	患者数	患病率	人数	患者数	患病率
55 ~	667	148	22.19	449	157	34.97	1 116	305	27.33
65 ~ 70	242	81	33.47	123	46	37.40	365	127	34.79
合计	4 342	551	12.69	4 280	456	10.65	8 6322	1 007	11.68

第二节 统计图

医学领域中常用的统计图有条图、百分条图、圆图、线图、半对数图、直方图、散点图、箱式图与统计地图等。

(一) 绘制统计图的基本要求

(1) 资料的性质和分析目的决定选择适当的图形。

(2) 标题应说明资料的内容、时间和地点，一般位于图的下方。

(3) 图的纵、横轴应注明标目及对应单位，尺度应等距或具有规律性，一般自左而右、自下而上、由小到大。

(4) 为使图形美观并便于比较，统计图的纵横长度比例一般为5:7，有时为了说明问题也可加以变动。

(5) 比较说明不同事物时，可用不同颜色或线条表示并常附图例说明，但不宜过多。

(二) 常用统计图的适用条件与绘制

1. 直条图　直条图用等宽长条的高度表示按性质分类资料各类别的数值大小，用于表示它们之间的对比关系，一般有单式（图 11 - 1）与复式（图 11 - 2）之分。图 11 - 1、图 11 - 2 分别由表 11 - 2 和表 11 - 3 所示的内容绘制而成。制图要求如下：

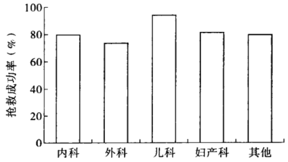


图 11 - 1　某医院 2002 年各科室住院危重患者抢救成功率

(1) 一般以横轴为基线，表示各个类别；纵轴表示其数值大小。

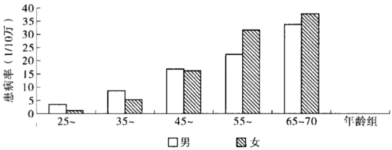


图 11－2　某省 1994 年 25～70 岁人口高血压患病率

（2）纵轴尺度必须从“0”开始，中间不宜折断。在同一图内尺度单位代表同一数量时，必须相等。

（3）各直条宽度应相等，各直条之间的间隙也应相等，其宽度与直条的宽度相等或为直条宽度的 1/2。

（4）直条的排列通常由高到低，以便比较。

（5）复式直条图绘制方法同上，所不同的是复式直条图以组为单位，1 组包括 2 个以上直条，直条所表示的类别应用图例说明，同一组的直条间不留空隙。

2. 构成图　构成图多用面积大小表达资料各部分百分构成比。构成图分为百分条图和圆图。绘制方法如下：

（1）百分条图：以直条总长度作为 100%，直条中各段表示事物各组成部分构成情况。如将表 11－4 所示的资料绘成百分条图，见图 11－3。制图要求如下：

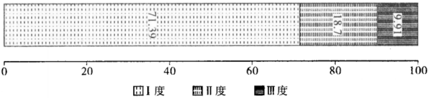


图 11－3　某农村已婚育龄妇女宫颈糜烂构成比（%）百分条图

1）先绘制一个标尺，尺度分成 5 格或 10 格，每格代表 20% 或 10%，总长度为 100%，尺度可绘制在图的上方或下方。

2）绘一直条，全长等于标尺的 100%，直条宽度可任意选择，一直条内相对面积的大小代表数量的百分比。

3）直条各部分用线分开，并注明简要文字及百分比或用图例表示。

4）资料一般按各构成由大到小、自左至右依次排列，其他置后。

（2）圆图：圆图适用于百分构成比资料，表示事物各组成部分所占的比重或构成。以圆的总面积代表 100%，把面积按比例分成若干部分，以角度大小来表示各部分所占的比重，如把表 11－4 所示资料的构成比绘制成图 11－4。制图要求如下：

表 11－4　某农村已婚育龄妇女宫颈糜烂构成比（%）

宫颈糜烂	病例数	百分比（%）
Ⅰ度糜烂	569	71.39
Ⅱ度糜烂	149	18.70
Ⅲ度糜烂	79	9.91
合计	797	100.00

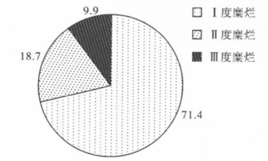


图 11－4　某农村已婚育龄妇女宫颈糜烂构成比（%）圆图

1）先绘制大小适当的圆。由于圆心角为 360°，因此每 1% 相当于 3.6°的圆周角，将各部分百分比分别乘以 3.6°即为各构成部分应占的圆周角度数。

2）圆图上各部分自圆的 12 点钟方向开始由大到小按顺时针方向依次绘制，其他置最后。所得各部分的扇形面积即代表某一构成部分。

3）圆中各部分用线分开，注明简要文字及百分比或用图例表示。

4）如有两种或两种以上性质类似的资料相比较，应绘制直径相同的圆，并使各圆中各部分的排列次序一致，以便比较。

3. 线图　线图适用于连续性资料，以不同的线段升降来表示资料的变化，并可表明一事物随另一事物（如时间）变动的情况。如将表 11－5 所示资料绘制成线图，如图 11－5 所示。绘制要求如下：

表 11－5　某市 1950～1956 年 14 岁以下儿童结核病和白喉死亡率（1/10 万）

年份	结核病死亡率	白喉死亡率
1950	148.0	16.6
1951	141.0	14.0
1952	130.0	11.8
1953	110.4	10.7
1954	98.2	6.5
1955	72.6	3.9
1956	68.0	2.4

（1）横轴表示某一连续变量（时间或年龄等），纵轴表示某种率或频数，其尺度必须等距（或具有规律性）。

（2）同一图内不应有太多的曲线，通常≤5 条，以免观察不清楚。

（3）如有几根线，可用不同的图线（实线、虚线等）来表示，并用图例说明。

（4）图线应按实际数字绘制成折线，不能任意改为光滑曲线。

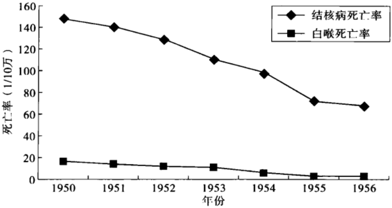


图 11－5 某市 1950～1956 年 14 岁以下儿童结核病和白喉死亡率（1/10 万）线图

4. 直方图　直方图用于表达连续性资料的频数分布，以不同直方形面积代表数量，各直方形面积与各组的数量成正比关系。如将表 11－6 所示资料绘制成直方图，如图 11－6 所示。制图要求如下：

表 11－6　160 名正常成年女子的血清甘油三酯频数分布

组段	频数 f
0.5～	3
0.6～	9
0.7～	12
0.8～	13
0.9～	17
1.0～	18
1.1～	20
1.2～	18
1.3～	17
1.4～	13
1.5～	9
1.6～	8

续表

组段	频数 f
1.7～1.8	3
合计	160

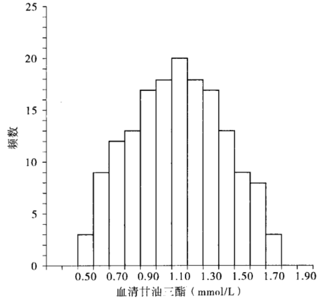


图 11－6　160 名正常成年女子的血清甘油三酯的频数分布直方图

（1）一般纵轴表示被观察现象的频数（或频率），横轴表示连续变量，以各矩形（宽为组距）的面积表示各组段频数。

（2）直方图的各直条间不留空隙；各直条间可用直线分隔，但也可不用直线分隔。

（3）组距不等时，横轴仍表示连续变量，但纵轴表示每个横轴单位的频数。

练习题

1. 统计表的基本格式与要求有哪些？
2. 反映传染性非典型肺炎在时间上的变化趋势用何种统计图较为适宜？
3. 比较某地某年各种传染性疾病的发病率，宜选用何种统计图表达？

（黄祚军）

第十二章　病因和病因推断

★学习要求

掌握： 病因的定义与疾病发生的基本条件。

熟悉： 确定因果关联的标准。

了解： 病因推断的步骤及建立病因假设的方法。

为了预防疾病，首先必须了解疾病是怎样发生的，导致疾病的原因是什么。探索疾病的病因和病因推断是流行病学研究的一项重要内容，直接关系着疾病的诊断、治疗和预防。

第一节　病因的定义

目前，流行病学关于病因的定义是：在其他因素固定不变的条件下，如果某因素在人群中增加或减少后，导致某种疾病在该人群中的发生率也相应地增加或减少，则该因素是该病的病因。流行病学中的病因又被称为危险因素，即指能使疾病发生概率升高的因素。

一般可以把疾病的病因分为宿主因素和环境因素，如表 12－1 所示。宿主因素是决定疾病发生的内在因素，如年龄、性别、遗传、免疫、代谢等生理因素，以及性格、情绪、适应性等心理因素。环境因素是疾病发生的外在因素，包括生物因素、物理因素、化学因素和社会因素。

表 12－1　疾病病因分类

一、宿主因素：	1. 先天因素	如遗传、性别、年龄等
	2. 后天因素	如发育、体格、营养、性格、行为等
二、环境因素：	1. 生物因素	如病原体、媒介昆虫、有毒动植物等
	2. 化学因素	如营养素、化学药品、微量元素、重金属等
	3. 物理因素	如电离辐射、噪声、振动、气候、地形等
	4. 社会因素	如政治、经济、人口、婚姻、家庭、教育、文化、宗教信仰、风俗习惯、职业、运动、嗜好等

一、疾病发生的三要素

流行病学认为，病因（动因）、宿主和环境是疾病发生的三要素，三者相互作用、相互影响。这里的病因泛指与疾病有关的各种因素，它们直接或间接地对宿主发生作用，也受到宿主的反作用，同时又与环境相互作用、相互影响。病因与宿主又同时处于环境（包括社会环境和自然环境）之中，环境在不同的情况下对宿主和病因发生或大或小的不同影响。

1. 病因　病因的存在是导致疾病发生的必要条件。病因来源于环境和宿主两个方面。来源于环境方面的因素大体可分为生物因素、化学因素、物理因素和社会因素；来源于宿主方面的因素主要有遗传、免疫、代谢、适应等。

（1）生物因素：生物因素主要是指各种病原体（如各种致病细菌、病毒、寄生虫等）以及一些有毒的动植物（如河豚、毒蛇、毒蘑菇等）。生物因素中，除了细菌、病毒和寄生虫等往往引起各种传染性疾病之外，还可以导致一些非传染性疾病的发生，如血吸虫引起的肝硬化、螺旋体引起的莱姆病，以及有害动植物的毒素引起人类中毒等。

（2）化学因素：化学因素主要是指营养素、添加剂、化学药品、微量元素、重金属等物质。如果人体摄入化学物质的量不当（过多或过少），都可对机体造成危害。蛋白质、脂肪和淀粉三大营养素摄入过多可引起肥胖，动物性脂肪摄入过量易导致动脉粥样硬化，维生素 C 缺乏可引起坏血病，食盐长期摄入过量易发生高血压等。尤其是随着工业化的快速发展，环境恶化逐年加剧，大气、水体、土壤和粮食经济作物被化学物质污染的程度越发加重，如城市车辆尾气造成空气污染、企业铬渣污染河水及稻田等，已经严重威胁到人类生存和健康。早在二十世纪五六十年代发生在日本的水俣病和痛痛病，孕妇在怀孕早期服用“反应停”药物引起的婴儿“海豹肢”畸形等，都是化学物质引起人类疾病的典型事例。

（3）物理因素：物理因素主要是指电离辐射、噪声、振动、气候、地形等。有多种物理因素会对人类健康造成危害，甚至引起人类疾病，如长期工作在噪声环境下导致的听力下降、听力障碍甚至耳聋，生产过程中机械振动引起的振动病，高温引起的中暑，低温导致的冻伤，放射性物质引起的肿瘤等。

（4）社会因素：社会因素是指人们在生产、生活和社会交往等活动中形成的人为的外部条件，主要包括一系列与社会生产力、生产关系有密切联系的因素，如政治制度、经济水平、文化教育、婚姻家庭、人口状况、宗教、风俗等。社会因素主要通过影响人们的生活环境和生活条件而影响人们的健康，并对疾病的发生、发展、转归和防治工作起着极其重要的作用。特别是人们在社会生活中遭遇到的较大事件，当超过机体的应激能力时，往往会通过影响人们的心理活动而对机体健康产生巨大的作用和影响，甚至直接导致疾病的发生。

2. 宿主　宿主是致病因素作用的对象。宿主特征中有许多方面的因素与疾病的发生密切相关，如性别、年龄、遗传、免疫、心理特征、行为习惯、生活方式等。其中，免疫状况和遗传特征在疾病的发生中起着至关重要的作用，几乎所有的疾病都与机体的免疫水平和遗传状况有关系，差别在于不同的疾病所起作用的程度不同。在正常情况

下，宿主能够通过正常的免疫系统，使机体能够有效抵抗致病因子的侵袭，中和体内有毒成分，及时清除衰老、死亡和异常细胞，维持机体稳定状态。如果出现免疫功能异常情况，则会引发机体出现变态反应、自身免疫性疾病、细胞癌变等疾病的发生。人们的心理特征特别是应激能力，以及日常的行为习惯和生活方式，对身心健康产生着巨大而深远的影响与作用。

3. 环境　环境是人类赖以生存的各要素的总和，按照其要素属性分为自然环境和社会环境。在自然环境中，空气、水、土壤、日照以及地质条件、气象因素和生物因素等，对人类的生存与健康状况各有不同的重要影响。社会环境是人类特有的环境，由社会制度、经济、文化、教育和风俗习惯等因素构成，与自然环境密切相关、相互影响，同样深深影响着人类的生存和健康。从生态学发展角度来看，环境不仅深深地影响着人类的生产、生活活动，还影响着人类生命的遗传性，影响着不同种族之间的差异性。人类不仅生存于环境之中，而且影响疾病发生的各种因素也无不处在环境之中，并深受环境的影响。

二、病因观的发展

随着医学的发展，人们对疾病病因的认识在不断发展变化。人类认识病因经历了以下几个重要的阶段：

1. 单病因说（或特异病因说）　19世纪随着微生物学的发展，每种传染病都发现了特异的病原体，因此逐渐形成了病原体决定论。病原体决定论影响人们对其他疾病发生的原因做相同的理解，认为每种疾病都必然有其唯一的病因，从而形成了单一病因说（或特异病因说）。

在单病因说的思想指导下，人们把病因归纳分类为：①生物因素，主要是各种病原微生物；②物理因素，如声、热、光、电、放射线等超过正常范围后均可致病，此外还有损伤；③化学因素，如农药、化学药品、各种营养素等。

2. 多病因说　随着对病因知识的积累，认识到疾病的发生并不是由单一因素造成的，而是诸多因素综合作用的结果，因而提出了“多病因说”。例如，即使是传染病，也并非病原体决定一切，人感染病原体后是否发病，与感染者的抵抗力、免疫、遗传等也有很大关系。高血压、肿瘤等慢性病更不是由单一特异因素引起的，而是与机体生理因素、心理因素、社会因素、环境因素等诸多因素都有着密切关系。

3. 必需病因和充分病因　缺乏某因素就不会引起该病，这个因素就是必需病因。诸多因素综合作用后才能引发疾病，这些综合因素就是充分病因。充分病因包含必需病因。如没有结核杆菌就不会发生结核病，没有伤寒杆菌就不会引起伤寒，结核杆菌和伤寒杆菌就分别是结核病和伤寒的必需病因。有了必需病因不一定发病，但有了充分病因一定会发病。

第二节 病因的推断

流行病学研究病因时，首先是提出病因假设，然后通过流行病学方法验证这些假设的病因与疾病的关系。

一、病因研究的推理方法

（一）提出病因假设

病因假设是根据已有的资料或调查获得的资料，通过综合分析疾病的人群分布、地区分布和时间分布提出的。在形成病因假设时，一般遵循以下几种推理方法：

1. 求同法　如果在不同情况下都存在或发生同一种疾病，而各种情况中都有同一个因素存在，则这个因素有可能是该疾病的病因。例如，1958 年川西平原发生大规模不明原因的发热流行，调查发现农民的发病率高，而且参加过支农劳动的职工发病也很多。原来这两个来自不同地方、不同职业的人群有一个共同点，是近期内都曾在田间下水劳动和垦荒。于是认识到田间下水劳动和垦荒可能是这次疾病发生和流行的主要原因。进一步调查研究表明，那是一次以往罕见的接触疫水的钩端螺旋体病的大流行。

2. 求异法　如果在不同情况下发病率有显著性差异，其中发病率高的情况中有某因素的存在，而发病率低的情况中不存在该因素，则该因素有可能是该疾病的病因。例如，针对肺癌发病率，吸烟者显著高于不吸烟者，说明吸烟可能是肺癌的病因。

3. 共变法　如果某个因素出现的频率或强度的变化与某种疾病发生的频率的变化一致，则这个因素有可能是该疾病的病因。如“海豹肢”畸形随“反应停”上市量的增减而增减。

4. 类推法　如果一种原因不明的疾病的分布与另外一种病因已清楚的疾病的分布相似，则这两种疾病可能有着共同的病因。例如，非洲的 Burkitt 淋巴瘤的地区分布与黄热病的分布一致，因而设想 Burkitt 淋巴瘤也可能是由埃及伊蚊传播的疾病。

（二）验证病因假设

根据疾病分布特征形成的病因假设是否正确，需要进行检验和验证。常用于检验和验证病因假设的方法有分析流行病学（病例对照研究、队列研究）、实验流行病学（实验性研究）和发病机制研究等。一般先进行调查和分析流行病学研究，然后进行流行病学实验研究，同时结合发病机制的研究，最后验证假设。

二、病因的判断标准

在对流行病学资料进行分析时，所得出的某种因素与疾病之间的联系首先是统计学联系，有统计学联系不等于因果联系，因此尚需要进行因果联系的判断。

病因推断是确定所观察到的联系是否可能为因果联系的过程。在推断因果联系时，必须排除虚假关联和间接关联，然后根据因果联系的标准进行判断。关联的类型见图 12－1。

- 关联
  - 偶然关联（随机误差）
  - 有统计学意义关联
    - 非因果关联（选择，测量或混杂偏倚）
    - 因果关联
      - 间接因果关联（间接病因）
      - 直接因果关联（直接病因）

图 12－1　关联的类型

（一）联系的类型

1. 统计学联系　如果某种因素在人群中发生变化，而引起某种疾病的频率或强度也随之发生变化，则两者有联系，否则两者无联系。当某种疾病有某种因素的比例，显著高于非该疾病中有该因素的比例，并达到统计学显著水平时，这也叫有联系。

符合上述条件时，则称该因素与该疾病有统计学联系。有统计学联系时，有三种可能，即虚假的联系、间接的联系和因果联系。在判断是否为因果联系前必须排除虚假的联系及间接的联系的可能，然后进行病因推导。

2. 虚假联系：虚假联系是指事物之间实际上不存在联系，是在研究过程中有意或无意（如研究设计的缺陷、调查方法的错误等偏倚）造成的假象。

例如，某药商宣传其药可以促进儿童的生长发育，服用方法是将药溶在一杯牛奶中服用。用该方法会得到促进发育的结果，但这种结果不一定是药的作用，因为每天加服若干次牛奶也会促进生长发育。虽然药物与生长发育之间有统计学意义，但这种联系是虚假联系。

3. 间接联系　如果两种疾病或事件（B、C）都与某一个因素（A）有联系，而导致两种疾病或事件之间也存在着统计学上的联系，这两种疾病之间的联系就是间接联系，如图 12－2 所示。

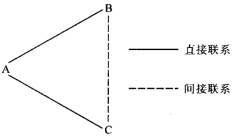


图 12－2　间接联系

例如，白头发与高血压都与年龄有关，于是就出现白头发的人比非白头发的人的高血压患病率高，并且有统计学上的显著意义。但白头发与高血压之间的关系仅是间接联系，并非因果联系。也就是说，白头发不是高血压的病因。

又例如，冠心病与肺癌都与吸烟有关，于是冠心病与肺癌的发病率也出现了相关。同样道理，冠心病与肺癌并非因果联系，仅是间接联系。

这种间接联系的出现是由于这两种疾病或事件都与同一个因素有关系，而该因素又是这两种疾病或事件发生的一个原因。这个因素称为混杂因素，前一个例子的混杂因素是年龄，后一个例子的混杂因素是吸烟。

4. 因果联系　因果联系是指两事件同时具有必然的联系，两者之间具有引起和被引起的关系。在排除了虚假的联系和间接的联系之后，才能对两事件间是否为因果联系进行推断，推断步骤见图 12－3。

（二）判断因果联系的标准

判断因果联系必须符合下列几项标准（这些标准已成为公认的病因结论判断的标准和方法）：

1. 关联的时间性　可疑因素出现在前，发病出现在后，“因”一定先于“果”，这是因果关联的一个必要条件。

2. 关联的合理性　作为疾病发生的一个原因，要求言之有理，能够运用现代医学理论进行解释，不能与现有科学理论知识相矛盾。但是，对于一时尚找不到合理解释的，不要贸然否定其是因果联系，也可能是相关学科知识尚未发展到一定水平，当进一步发展后可能是合理的。例如，1854 年英国内科医生约翰·斯诺提出霍乱是由活的致病微生物引起的，并且这种活的致病因子是存在于患者粪便中，经饮水传播的，直到 30 年后分离到霍乱弧菌才有了合理的支持。

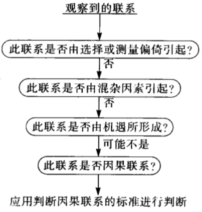


图 12-3　病因推断步骤

3. 关联的一致性　多次研究得到同样的结果叫一致性。例如，在研究吸烟与肺癌的联系时，应用病例对照研究和队列研究方法，在男人、女人、医生、其他职业人群中都得到吸烟与肺癌有联系的结果。这种高度的一致性非常支持的这种联系是因果联系。

但是，对于没有取得一致性的结果不能排除因果联系的推论。这是因为，有时暴露水平不足或其他情况可能在某些研究中减弱了此种联系。当将这些研究结果汇总分析时，应对设计良好的（论证强度大的）研究结果给以较高的权重。

4. 剂量 - 反应关系　如果某种因素可以定量或分级测定，且随着该因素暴露剂量的增加，发生某种疾病的危险性也增加，则称该因素与该疾病之间存在剂量 - 反应关系。存在剂量 - 反应关系越强，因果联系的可能性越大。但没有发现剂量 - 反应关系，也不能否定因果联系。这是因为，可能剂量没有达到发生反应的“阈值”，或者已达到饱和。一般仅在一定的剂量范围内才发生剂量 - 反应关系。

5. 关联的强度　某种因素与某种疾病的关联强度越大，则间接联系的可能性、由偏倚和混杂导致的假关联的可能性及误判的可能性就越小，该关联有因果关系的可能性就越大。评价关联强度的主要指标是相对危险度。在病例对照研究中可用比值比来表示关联的强度。

6. 终止效应　如果去除某一个因素后，引起了疾病发病率下降，就能进一步支持因果联系。这是实验流行病学证实因果关系的重要证据。例如，在吸烟与肺癌关系的研究中，观察到减少香烟中焦油含量、戒烟，均导致肺癌死亡率的显著下降，从而证实吸烟是肺癌的一个病因。高血压患者减少食盐摄入量（每日摄入 5 g）后，血压下降（收缩压较明显），恢复平时盐摄入量（每日 10 g 左右），血压值又回升。

由于终止效应前因后果的时间关系明确，并且较少受到一般观察研究中诸多偏倚的干扰，所以论证因果联系的强度较高。

7. 关联的特异性　关联的特异性是指病因与疾病有严格的对应关系，即某种因素

只能引起某种疾病，某种疾病只能由某种因素引起。除传染病有比较严格的特异性之外，大多数非传染病都没有特异性。因此，当关联具有特异性时可以加强病因推断的说服力，但当不存在特异性关联时也不能排除病因关系。

8. 判定证据　因果关系的判断是复杂的，在上述标准中联系的时间性是必须满足的。在因果关系的判断中，满足的条件越多，则其关系成立的可能性越大，误判的可能性就越小。由于多因素之间的复杂联系，一项研究中对上述条件总不能完全满足，故不宜轻易否定因果关系的存在，宜做进一步的论证。另外，要认真考虑研究设计的科学性和合理性。

练习题

1. 疾病发生的三个要素在疾病发生过程中怎样起作用？针对疾病发生的三个要素谈谈如何进行疾病控制？

2. 针对病因不明的疾病，如何进行病因假设的推断？在进行病因推断时如何判断是否为因果关联？

3. 确定因果关联的标准有哪些？在进行病因推断时哪几个标准更重要？

（朱新义）

第十三章　疾病的分布

★学习要求

掌握：描述疾病分布的常用发病指标及死亡指标的含义及其计算方法。

熟悉：疾病患者群、地区、时间上的“三间”分布特征。

了解：疾病的流行强度及其特征。

疾病的分布是指疾病在不同地区、不同时间、不同人群发生的频率。它是流行病学的一个重要定义，是流行病学研究的起点和基础，是研究疾病流行规律和探索疾病病因的重要组成部分。历史上不少流行病学的成就就是由于研究者仔细研究了疾病的分布而获得成功的。

第一节　描述疾病发生的常用指标

常用于描述疾病的分布（发生频率）指标有发病指标（如发病率、患病率等）和死亡指标（如死亡率等）。

一、发病指标

1. 发病率　发病率是指在一定时间内（一般为1年）某人群某病发生新病例的频率，其计算式为

$$某病发病率=\frac{某人群某年内某病新病例数}{该人群同期平均人口数}\times k \qquad (13-1)$$

计算发病率时，那些发病时间明确的疾病（如脑中风、心肌梗死等），容易判定是否为新病例。但是，对于恶性肿瘤或精神类疾病，其发病时间很难确定，一般以初次诊断时间作为发病时间。

发病率也可按疾病种类、年龄、性别、职业、地区及不同人群而分别统计计算。由于疾病的发生与居民的年龄、性别构成有关，年龄、性别构成不同，其发病也不同。因此，为了对不同年龄、性别、地区、年份、职业等人群某病发病或死亡情况进行比较，必须对他们的发病率、死亡率和患病率进行年龄、性别的标准化，即标准化（调整）发病（或死亡、患病等）率，否则会造成偏倚。

2. 罹患率　罹患率与发病率一样，也是测量新发病例的指标，多用于较小范围人

群在较短期间内新发病例的频率，观察时间以日、周、月为单位，也可以一个流行期为阶段，使用比较灵活。其计算式为

$$罹患率=\frac{某人群观察期内新病例数}{该人群同期暴露人口数}\times k \qquad (13-2)$$

在探讨疾病暴发或流行时经常用到罹患率，计算时应注意暴露人口的准确性。

3. 患病率　患病率又称现患率，是指某人群在某特定时间内某病现患（新、旧）病例的频率。其计算式为

$$患病率=\frac{某人群某特定时间内现患病例数}{该人群同期平均人口数}\times k \qquad (13-3)$$

患病率常用于现况调查，调查时间不宜太长，应在一至数月内完成，一般不得超过一年。按某一时刻计算的患病率称为时点患病率，按一段时间计算的患病率称为期间患病率。

患病率对于病程短的疾病（如急性传染病）几乎无特殊意义，但对于病程长的慢性疾病（如心血管病、血吸虫病及癌症等）就能反映有价值信息，可为制订医疗设施规划、医疗质量评价和医疗经费的投入提供科学依据。

如果某病的发病率和病程在相当长的期间内是稳定的，即在两个不同时间内的患病率相等，则患病率、发病率和病程三者的关系如下：

$$患病率=发病率\times 病程$$

4. 感染率　感染率是指在某个时间内检查的人群中，某病现有感染者所占的比率。其计算式为

$$某病感染率=\frac{某病感染人数}{接受检查人数}\times k \qquad (13-4)$$

某些传染病感染后不一定发病，可以通过微生物学、血清学及皮肤试验等方法测定其是否感染。

感染率的性质与患病率相似，用途广泛，常用于估计疾病的流行态势，为制订防治计划及措施提供依据。特别是对隐性感染率高的疾病调查，如乙型病毒性肝炎、脊髓灰质炎、流行性乙型脑炎等，常用本指标。

5. 续发率　续发率是指在某传染病最短潜伏期到最长潜伏期之间，易感染接触者中发病的人数占的比率。其计算式为

$$续发率=\frac{易感染接触者的发病例数}{易感染接触者总人数}\times k \qquad (13-5)$$

在一个家庭、病房、集体宿舍、幼儿园和托儿所内发生首例传染病后，受其感染在该病最短潜伏期与最长潜伏期之间出现的患者称为续发病例，也叫二代病例。

续发率是用来比较不同传染病传染力的强弱，分析传染病流行因素以及评价防疫措施效果的重要指标。

二、死亡指标

1. 死亡率　死亡率是指某人群在一定时间内的总死亡人数与该人群同期平均人口数之比。其计算式为

$$死亡率 = \frac{某人群某年死亡总人数}{该人群同期平均人口数} \times k \quad (13-6)$$

式中，分母一般使用年中人口数，可采用该年6月30日24时（或7月1日0时）人口数，或年初人口数加年终人口数除以2。

死亡率是反映一个人群总死亡水平，衡量人群因病伤死亡危险大小的指标，也是一个国家或地区文化、卫生水平的综合反映，一般以年为时间计算单位。该指标不仅在医学上受到重视，在政治、经济研究中也受到关注。死亡率在人口学研究中常用千分率，便于与出生率相比较；在疾病研究中，多采用10万分率，便于地区与国际间对比。

上述方法计算的死亡率是死于各种原因的死亡率，称为普通死亡率或粗死亡率。由于不同国家（或地区）、不同年代的人口的年龄、性别等构成不同，粗死亡率不能直接比较，必须进行年龄或性别等的调整，计算调整（或标准化）死亡率，以排除因年龄或性别构成不同造成的假象。

若死亡率按照疾病的种类、年龄、性别、职业、种族等分类计算，则称为死亡专率。死亡专率计算中的分母必须是与分子相对应的人口。如计算宫颈癌死亡率，分母应为女性人口数；计算40岁以上心肌梗死死亡率，分母应为40岁以上的人口数，分子应为40岁以上死于心肌梗死的人数。

2. 婴儿死亡率　婴儿死亡率是指某年周岁内婴儿的死亡数与该年活产婴儿数的比值，一般以千分率表示。其计算式为

$$婴儿死亡率 = \frac{某年周岁内婴儿死亡数}{该年活产婴儿数} \times k \quad (13-7)$$

婴儿死亡率是反映社会经济及卫生状况的一项敏感指标，是妇幼卫生保健工作的常用指标。婴儿死亡率就是一种死亡专率，与粗死亡率相比，不受人口构成影响，各国之间可以直接比较。

3. 病死率　病死率是指表示一定时间内（通常为1年）患某种疾病的人群中因该病而死亡的频率。其计算式为

$$某病病死率 = \frac{某时间内某病死亡人数}{同时期患该病人数} \times k \quad (13-8)$$

病死率是疾病死亡专率的一项重要指标，反映疾病的严重程度，也可以用来评价医院的医疗水平。病死率受疾病的严重程度、早期诊断水平和医院治疗水平的影响。

4. 生存率　生存率又称存活率，是常用于评价某些慢性疾病（如癌症、心血管病等）远期疗效的指标。其计算式为

$$n\,年存活率 = \frac{随访满\,n\,年存活的病例数}{随访满\,n\,年的病例数} \times k \quad (13-9)$$

研究存活率必须有随访制度，首先确定起算时间及结算时间：一般以确诊日期、手术日期、住院日期为起算时间；结算时间通常以5年计算，即5年存活率，以10年计算时称为10年存活率。

第二节　疾病的流行强度

疾病的流行强度是指某地区一定时间内人群中发病数量的多少，常用散发、暴发、流行和大流行来表示疾病的流行强度。

一、散发

散发指某种疾病在一定地区的发病率呈历年来的一般水平，病例间无明显传播关系。确定某病在某地区是否属于散发，应参照当地前三年该病的发病率，如果当年发病率未显著超过既往一般发病率，则称为散发。散发一般多用于区、县以上范围，不适于小范围的人群，如一个托儿所、工厂和学校等。在小范围人群中出现的患者称为散发病例或单个病例。

二、暴发

在一个集体或固定的较小范围人群中，短时间内某种疾病患者数突然增多，称暴发。多数患者出现在该病的最长潜伏期内，有相同的传染源或传播途径。

三、流行

某种疾病在一个地区的发病率明显超过历年来的散发水平，称为流行。流行与散发是相对的，各地应根据不同时期、不同病种等做出判断。

在实际工作中经常使用暴发流行一词。它表示在一个地区某病病例突然大量增多，发病率常超过一般流行的发病率水平，来势较迅猛，流行持续时间往往超过该病的最长潜伏期。

有些传染病当它流行时，隐性感染占大多数，临床症状明显的病例可能不多，而实际感染率却很高，这种现象称为隐性流行。如流行性乙型脑炎和脊髓灰质炎常出现这种现象。

四、大流行

有些疾病在流行时，蔓延迅速，涉及地域广，往往在比较短的期间内越过省界、国界甚至洲界，而形成大流行。如流行性感冒、霍乱，历史上曾发生过多次世界性的大流行。当前的艾滋病也呈世界性大流行。

第三节　疾病的分布

疾病的分布是以疾病的频率为指标，描述疾病在不同地区、时间和人群的分布现象（疾病的三间分布）。疾病的分布受致病因素、环境因素和人群特征等因素的影响，是

一个经常变动的过程。

一、人群分布

人群的性别、年龄、职业、种族、阶层、婚姻状况、家庭情况以及行为生活方式等特征，常常影响着疾病的分布，有时也可成为疾病的危险因素。

1. 年龄　在研究疾病的人群分布中，年龄是最重要的因素之一，几乎各种疾病的发病率或死亡率均与年龄有密切的关系。

大多数疾病在不同年龄组中的发病率不同。心脑血管疾病、恶性肿瘤、糖尿病等慢性疾病的发病率、患病率及死亡率，一般随年龄的增加而增高。白血病在儿童期和老年期均较多见。发病后有持久免疫力的传染病（如麻疹、百日咳、水痘等）大多在儿童中发病率高，尤其在学龄前儿童中发病率最高。对于一些传染病如脊髓灰质炎、流行性乙型脑炎、流行性脑脊髓膜炎等，人群中普遍存在隐性感染，成人多已获得免疫，故这些传染病的发病率以儿童年龄组为高。

2. 性别　许多疾病存在着性别差异。疾病的性别差异主要是由于男女接触致病因子的机会不同所致。例如血吸虫病、钩端螺旋体病，往往是男性高于女性，其原因是男性参加农田劳动时接触疫水机会较多。我国癌症死亡率除乳腺癌、宫颈癌外，一般是男性高于女性。其中明显高的有膀胱癌、胃癌、肝癌，可能与男性接触致癌因子机会较多有关。对于地方性甲状腺肿，女性多于男性，其原因可能与女性需碘量较多，但供给量又不足有关。对于胆囊炎、胆石症，则以中年肥胖女性较多，可能与女性的生理特点有关系。

3. 职业　许多疾病的发生与职业有关系，如煤矿工易患矽肺，脑力劳动者易患冠心病，炼焦工人易患肺癌，理发员易患静脉曲张等。对于同一职业但工种不同的人员，其发病率也不同。某些传染病的发生与职业也有密切关系，如皮毛厂工人易患炭疽，农牧场工人易患布鲁菌病，我国江、浙及四川农民易患钩虫病，北方伐木工人易患森林脑炎等。

4. 种族和民族　不同种族、民族的人群所处的地理环境、风俗习惯、生活方式、宗教信仰及遗传等不同，这些因素均影响着疾病的发生。如马来西亚居住有三种民族，马来人患淋巴瘤较多，印度人患口腔癌多，而中国人以患鼻咽癌和肝癌较多。在我国，根据对汉、藏、傣、瑶、维吾尔、黎、苗族人群的乙型病毒性肝炎调查发现，藏、瑶、汉族 HBsAg 检出率较高，而黎、维吾尔族则较低。

民族和种族对疾病的影响主要来自两个方面：一方面是生活习惯和经济条件；另一方面是遗传因素，如镰状细胞贫血只见于黑人，而尤因肉瘤在黑人中尚无此病。

5. 社会阶层　社会阶层是与收入、职业、文化程度、生活状况有关的一个术语。疾病发生与社会因素密切相关，而社会阶层是最能体现各种社会因素的综合。一些发达国家很早就对这一问题进行研究。我国研究甚少，随着我国经济的发展，各种不同阶层人群的形成不可避免。由于各阶层人群疾病分布不同，其防治对策应有所区别。

6. 行为方式　一些疾病在不良行为人群中的发病率或死亡率均高。据世界卫生组织的有关报告，在发达国家和部分发展中国家，危害人类健康和生命的主要原因是恶性

肿瘤、冠心病、脑卒中、高血压、糖尿病等慢性非传染性疾病。而这些疾病的发生与发展，60% ~70%是由社会因素和不健康的生活方式与不良行为习惯造成的。最常见的不良行为有吸烟、酗酒、吸毒、不良性行为、静坐生活方式等。

二、地区分布

疾病的发生往往受地区的自然环境和社会条件的影响。疾病地区分布的划分在世界范围内可按国家、区域、洲、半球为单位；在一个国家内可按行政区域划分，如我国可按省、直辖市、自治区、县、乡为单位。按何种方法划分地区来描述疾病分布，可根据研究目的和病种不同来确定。

1. 疾病在国家间的分布　有些疾病遍布全世界，但分布并不均衡。例如，乳腺癌在北美洲、北欧、西欧发病最多，东欧次之，亚洲和非洲各国较少。肝癌多见于亚洲、非洲。肠癌多见于欧洲、北美洲。冠心病在近20年来已成为一些国家的重要死亡原因，在世界不同地区死亡率差别很大，在欧美国家较高。进一步调查研究发现，冠心病死亡率的高低与膳食组成、生活习惯、烟酒、血压、血中胆固醇含量等因素有关。

2. 疾病在国家内的分布　疾病在一个国家内的分布也有差异。血吸虫病在我国长江以南曾广泛流行，长江以北则未见此病。这是因为北方干燥、寒冷，缺乏钉螺繁殖条件。食管癌在我国北方多于南方，而北方又以太行山脉地区的山西、河南、河北三省交界处为圆心，死亡率以同心圆向周围扩散，逐渐降低。

我国多种疾病的地区分布资料是探讨病因不可缺少的宝贵资料。例如，鼻咽癌主要分布于华南，而以广东省广州语系为高发区。大骨节病主要分布于东北、华北、西北等省、市、自治区，我国南方则无此病。原发性肝癌主要分布于东南沿海各地，以上海、福建、江苏、广西、浙江等省市死亡率最高。全国范围内调查显示，无论是男性还是女性，高血压患病率均是北方高于南方，主要原因可能为北方盐的摄入量、BMI、超重和肥胖的百分比均高于南方。

3. 疾病的城乡分布　城市交通方便，人口稠密，居住拥挤，因此呼吸道传染病（如流行性感冒、流行性脑脊髓膜炎、百日咳等）经常散发和流行。偏僻农村交通不便，人口稀少，居住分散，呼吸道传染病往往不易发生流行，但一旦有患者或携带者传入，也可以引起大规模流行。对于有些传染力强的传染病，如新变异的流行性感冒的亚型，则无论在农村或城市都可迅速传播，酿成流行。对于癌症中肺癌发病率或死亡率，城市均高于农村。

近年来，农村因乡镇企业快速发展，不少有毒有害物质排出，水源、土壤和空气受到污染，使部分农民受害，导致农民工慢性职业中毒日渐增多。

4. 疾病的地方性　由于自然环境和社会因素的影响，一些疾病（包括传染性和非传染疾病）常在某一地区出现发病率增高或只在该地区存在的现象，这种现象称为疾病的地方性。疾病呈地方性主要有两种类型：

（1）自然疫源性：某些传染病如鼠疫、地方性斑疹伤寒、恙虫病、森林脑炎等，经常存在于某一地区，这是由于该地区存在这些病的动物传染源、传染媒介及病原体生存传播的自然条件，致使病原体在野生动物间传播，而能在自然界生存繁殖。当人类进

入这种地区时能被感染，这种疾病称为自然疫源性疾病，这类地区称为自然疫源地。

（2）非自然疫源性：一些疾病如大骨节病、地方性甲状腺肿、地方性氟中毒等是由于该地区的自然地理环境中缺乏或过多存在一些微量元素造成的。这些疾病又称为化学性地方病。

判断地方性疾病的依据是：①该病在当地居住的各人群组中发病率均高，并随年龄增长而上升；②在其他地区居住的相似人群中，该病的发病率均低甚至不发病；③外来的健康人到达当地一定时间后发病，其发病率和当地居民相似；④对于迁出该地区的居民，该病的发病率下降，患者症状减轻或呈自愈趋向；⑤当地对病易感的动物可能发生类似疾病。

三、时间分布

描述疾病分布的时间单位因病种而不同，其变化的形式主要有短期波动、季节性、周期性和长期变异。

1. 短期波动　短期波动有时也称时点流行，指人群中某种疾病在较短时间内发病数突然增多的现象。其含义与暴发相近，区别在于暴发常用于较少数量的人群，而短期波动常用于较大数量的人群。

疾病的短期波动是由于人群中大多数人在短时间内接触或暴露于同一致病因素导致的，常见于因食物或水源被污染而引起的食物中毒、伤寒、痢疾等。由于潜伏期不同，大多数病例往往发生在最短和最长潜伏期之间，即常见潜伏期。因此，可从发病高峰推算暴露日期，从而找出引起暴发的原因。

2. 季节性　疾病在每年一定季节内呈现发病率升高的现象称为季节性。疾病呈现季节性变化的原因受气象条件、媒介昆虫、人群风俗习惯、生产条件等诸多因素的影响。

疾病的季节性以传染病表现最为明显。例如，流行性乙型脑炎在我国北方 8 ~ 10 月为发病高峰季节，在此前后很少发生，而南方稍早。其主要原因与乙型脑炎病毒在媒介昆虫体内繁殖特性及蚊虫滋生条件有关，也与猪的病毒血症时间密切相关。呼吸道传染病季节性高峰一般在冬春季节，如流行性脑脊髓膜炎发病高峰在 1 ~ 4 月。肠道传染病终年均可发生，季节性高峰为夏秋季。

3. 周期性　疾病依规律性的时间间隔发生流行的现象称为周期性。呈现周期性流行的疾病主要是呼吸道传染性疾病。例如，流行性感冒每隔 10 ~ 15 年出现一次世界性的大流行（甲型流行性感冒 2 ~ 3 年一次，乙型流行性感冒 4 ~ 6 年一次）。流行性脑髓膜炎 7 ~ 9 年流行一次。百日咳 3 ~ 4 年一次。麻疹疫苗普遍使用前，麻疹在城市中常常表现为 2 年一次流行高峰。广泛推广使用麻疹疫苗后，我国麻疹的发病率显著降低，周期性流行已不明显。

4. 长期变异　在一个相当长时间内（通常为几年或几十年），疾病的病原体、临床表现、发病率、死亡率等，随着社会生活条件改变、医疗技术的进步和自然条件的变化而发生显著变化，与原来有很大的不同，称其为长期变异。

20 世纪 70 年代以来，非传染性疾病如心血管疾病、肿瘤等慢性疾病在死因顺位中

上升，这种疾病谱的变化只有通过长期观察才能发现。

近些年来，传染性疾病的种类发生了很大变化。伤寒、细菌性痢疾、霍乱、炭疽、白喉、布鲁菌病、麻疹、脑膜炎等在过去经常发生流行或大流行，但经过大力防治，特别是实行计划免疫后，这些疾病的发病率明显下降。但是，乙型病毒性肝炎带毒者的大量存在，丙型病毒性肝炎的出现，肺结核病死亡率虽然下降而发病率仍然较高，性传播疾病的上升，艾滋病的出现和蔓延等，都值得注意。

引起疾病长期变异的原因复杂多样。对于传染性疾病，可以是病原体的变化，如病原体变异引起致病性改变，也可以是预防控制措施作用的结果。对于非传染性疾病，则可能是社会环境因素、行为因素、医疗卫生服务等因素综合作用引起的。总之，分析疾病的长期变异应综合考虑宿主、环境和病因三方面因素。

四、疾病人群、地区、时间分布的综合描述

在开展疾病流行病学研究中，通常需要综合考虑疾病的人群分布、地区分布和时间分布。只有通过全面的观察和综合分析，才能获得病因线索、流行因素的各种信息，把握疾病发生、发展的规律。

常见的综合描述形式有：

1. 地区和时间分布的综合分析　是通过观察同一代出生人，在不同年龄的某病死亡率，从而说明不同年龄的人对某病的易感性和致病因子的强度。

2. 时间和年龄分布的综合分析　出生队列分析法应用于年龄别死亡率的分析，实际上是一种将发病时间与年龄综合分析。将同一年出生的人，置于相同暴露条件下，观察其不同年龄的死亡率，从而说明不同年龄的人对某病的易感性和致病因子的强度。

3. 地区和年龄分布的综合分析　我国糖尿病的死亡率无论城市还是农村从年龄分布看，均主要危及老年人，50 岁以后随年龄增加而明显增加，至 80 岁年龄组达高峰。

4. 疾病的地区、人群、时间分布综合描述　移民流行病学就是一个典型实例。是通过观察某种疾病在移民人群、移居国当地人群及原居住国人群的疾病发病率或死亡率差别，以探索该病发生与遗传和环境关系。通过比较移民和土著人或比较移民后代的原籍人群的发病率或死亡率，可以分析病因是属于人群本身的遗传因素，还是属于环境因素。已用于肿瘤、慢性病和一些遗传病的病因研究中。

练习题

1. 研究疾病分布的意义是什么？
2. 判断疾病流行强度的依据是什么？
3. 疾病的发病率与患病率之间有什么区别？

（朱新义）

第十四章　流行病学研究方法

★学习要求

掌握：现况研究的定义、分类及作用，病例对照研究、队列研究的定义，实验性研究的定义与特征。

理解：病例对照研究、队列研究的基本原理，实验设计的要素与原则。

了解：普查、抽样调查的特点，病例对照研究、队列研究的优缺点，常见偏倚及其防止。

流行病学研究方法分类的方式有多种，目前更多地倾向于根据研究设计特点分类，即描述性研究、分析性研究、实验性研究、理论性研究，如图 14－1 所示。描述性研究主要是揭示人群中疾病或健康状况的分布特征；分析性研究是先根据疾病的分布特征提出假设，后选择特定的人群进行调查或观察来验证假设，说明疾病与某种暴露是否存在联系，包括病例对照研究和队列研究两种类型；实验性研究是指在研究者控制下，对人群施加某种因素或干预措施，或消除某种因素，以观察对疾病发生或健康状态的影响；而理论性研究是通过数学的方法模拟疾病流行的过程，高度概括地探讨疾病流行的多种原因。

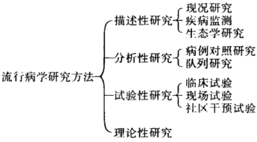


图 14－1　流行病学研究方法分类

第一节　描述性研究

描述性研究是利用现有的记录资料或通过专题调查获得的资料，描述疾病和健康状况在不同地区、时间和人群中的分布特征。描述性研究是流行病学最基本的研究方法，通过描述性研究可以了解疾病或健康状况"三间分布"（时间分布、地区分布、人群分布）的特点，建立病因假设，为病因研究提供线索。因此，描述性研究往往是病因不明疾病病因探索的起点。

在描述性研究中最常用的是现况研究（或称现况调查）。在现况研究的基础上，如

果对某些重点疾病或项目进行长期的动态观察，则称疾病监测，它也属于描述性研究。生态学研究是以群体为观察和分析单位，通过描述不同人群中某因素的暴露状况与疾病的频率，分析该暴露因素与疾病之间的关系。本节仅介绍现况研究。

一、现况研究

（一）概述

1. 现况研究的定义　现况研究是指在人群中应用普查或抽样调查等方法，收集特定时间内有关变量、疾病或健康状况的资料，以描述目前疾病或健康状况的分布及某因素与疾病的关联。从时间上说，现况研究是在特定时间内进行的，即在某一时点或在短时间内完成，这个时间点犹如一个断面，故又称其为横断面研究。现况研究是最常用的流行病学调查方法之一，可以提供较全面的疾病分布及影响分布因素的信息。由于急性病在不同时点的分布情况差异较大，单一时点的调查结果不能提供全面、正确的分布信息，因此现况研究不适用于病程短的疾病，而适用于慢性病的调查。

2. 现况研究的目的

（1）描述疾病或健康状况的分布：通过现况研究可以描述疾病或健康状况的“三间”分布，发现高危人群或可疑病因线索，为疾病防治提供依据。

（2）发现病因线索：描述某些因素或特征与疾病或健康状况的联系，以确定病因假设，供分析流行病学研究。例如，在对冠心病的现况研究中发现冠心病患者中有高血压、高血脂等因素的比例明显高于非冠心病患者群，从而提出冠心病的某些病因假设。

（3）适用于疾病的二级预防：早期发现患者，利用普查或筛检等手段，可实现“早发现，早诊断，早治疗”的目的。

（4）评价疾病的防治效果：在采取措施若干时期后，重复进行现况研究，根据患病率差异的比较，可以考核前段时期所开展措施的效果。

（5）疾病监测：在某一特定人群中长期进行疾病监测，可对所监测疾病的分布规律和长期变化趋势有深刻的认识和了解。

3. 现况研究的特点

（1）现况调查既可以弥补常规报告资料的不足，又能在较短的时间内得到调查结果，花费不大，是常用的流行病学调查方法。

（2）现况调查在时序上属于横断面研究，是指在一个时点上收集研究资料，并用于描述研究对象在这一时点上的状况，或者探讨这一时点上不同变量之间的关系。

（3）由于所调查的疾病或健康状况与某些特征或因素是同时存在的，即在调查时因与果并存，无法判断谁先谁后，故在现况调查中常进行相关性分析，只能为病因研究提供线索，而不能得出有关病因因果关系的结论。

（4）现况调查适用于病程长且较为稳定的疾病（如高血压），对于病程短的疾病只能提供可能的病因假设。

（二）现况研究的种类

一般按调查对象的范围将现况研究分为两类：普查和抽样调查。

1. 普查

（1）普查的定义：普查是指为了解某种病的患病或健康状况，在特定时间内对特定范围内人群中每一成员所做的调查或检查。特定时间应该较短，甚至是某时点，一般为1~2天或1~2周，最长不宜超过2~3个月；特定范围可指某一地区或某种特征的人群。

（2）普查的目的：①早期发现和治疗患者，如各地开展宫颈癌的普查，了解血吸虫病、高血压病、冠心病等的分布；②了解疾病和健康状况的分布，如对儿童发育、营养状况的调查等。

（3）普查的适用条件：①有足够的人力、物力和设备用于发现病例和及时治疗；②调查目的十分明确、调查项目非常简单；③普查的疾病患病率较高；④疾病的检查方法不复杂，实验的灵敏度和特异度较高，易于在现场实施。

（4）普查的优缺点：

1）普查的优点：①由于它是调查某一人群的所有成员，所以在确定调查对象上比较简单；②所获得的资料全面，可以知道全部调查对象的相关情况，准确性高；③普查获得的数据对疾病的流行因素研究能有一定的启示。

2）普查的缺点：①工作量大，花费大，组织工作复杂；②调查内容有限；③易产生重复和遗漏现象；④由于工作量大而可能导致调查的精确度下降，调查质量不易控制。

2. 抽样调查

（1）抽样调查的定义：抽样调查是指从全体被研究对象中，按照一定的方法抽取一部分对象作为代表进行调查分析，根据样本的调查结果推断总体情况的一种调查方法。

（2）抽样调查的方法：

1）单纯随机抽样：单纯随机抽样就是在总体中以完全随机的方法抽取一部分观察单位组成样本。常见的方法是先对总体中全部观察单位编号，然后用抽签、随机数字表或计算机产生随机数字的方法从中抽取一部分观察单位组成样本。单纯随机抽样适用于总体和样本均不太大的小型调查或用于实验研究的抽样。

2）系统抽样：系统抽样又称机械抽样，指按一定比例和顺序，机械地每隔一定数量的单位抽取一个单位进入样本。做系统抽样时，先决定按什么样的比例抽样和从哪个单位开始抽起。例如，调查某3 000人社区高血压患病情况，先将居民按某一特征顺序编号，要求抽取例数为300的样本，则比例为10个抽样1个。在1~10之间随机确定一个数字，比如6，每间隔10个观察单位抽取一个，即抽取6、16、26、…、2 996组成样本。

系统抽样的优点是简便易行，样本的观察单位在总体中分布均匀，抽样代表性较好，抽样误差与单纯随机抽样相似或略小一些。其缺点是，如果总体各单元的排列顺序有周期性，则抽取的样本可能有偏倚。例如，对于身份证号码的末位数字，男为单数、女为双数，如果以该数字为基础进行系统抽样，那么可能抽到的调查对象均为男性或均为女性。因此，必须事先对总体的结构有所了解，才能恰当地应用。

3）分层抽样：分层抽样是指先将总体按某个特征（如性别、年龄、民族等）划分为若干个层，各层内采用简单随机抽样或系统抽样方法抽取一个随机样本，最后合成为总体的一个样本。分层抽样时分层可增加层内的同质性，使观察指标变异减小，各层的抽样误差减小，样本代表性强。分层抽样的抽样误差小于单纯随机抽样、系统抽样和整群抽样。

4）整群抽样：整群抽样是指利用现成的集体，随机整群抽取集体单位加以研究，由此推断总体的情况。用此法抽样时，抽样单位不是个体而是群体，如居民区、班级、连队、乡、村、县等。抽到的样本包括若干个群体，对群体内所有个体均进行调查。整群抽样和调查都比较方便，可节省人力、物力和时间，但抽样误差较大。

5）两级或多级抽样：这是大型调查时常用的一种抽样方法。从总体中先抽取范围较大的单元，称为一级抽样单元（如省、市），再从抽中的一级单元中抽取范围较小的二级单元（如区、街），这就是两级抽样。还可依次再抽取范围更小的单元，即为多级抽样。多级抽样常与上述各种基本抽样方法结合使用。

（三）现况研究的实施

1. 确定研究目的　这是现况研究的第一步，也是关键的一步。开展现况调查前，必须首先明确本次研究的目的，是为了描述疾病的“三间”分布还是要寻找疾病危险因素的线索，是建立有关正常生理生化指标的参考值还是进行疾病的“三早”预防，或者是为了评价疾病防治措施的效果。研究目的是整个现况研究的出发点，对现况调查的各个步骤都有决定性影响。

2. 确定研究对象　选择研究对象首先要考虑研究目的。如果研究目的是为了进行疾病的“三早”预防，则可选择高危人群；如果是为了研究某些相关因素与疾病的关联，则要选择暴露人群或职业人群；如果是为了获得疾病的“三间”分布资料或确定某些生理、生化指标的参考值，则要选择能代表总体的人群；如果是为了评价疾病防治措施的效果，则要选择已实施了该预防或治疗措施的人群。

选择研究对象时还要结合实际进行考虑，如经费来源的多少、是否便于调查等。如果是相对小的人群，则可包括全部人群；如果不合实际或花费太大，则可选择暴露组与非暴露组。

3. 确定研究类型和方法　研究类型的确定也要以研究目的为依据。如果研究目的是为了进行疾病的“三早”预防，则可以选择其高危人群进行普查；若是为了解某病的患病率，则可以采用抽样调查。同时，还要考虑现有的人力、物力和财力，权衡利弊后再做决定。

研究方法的确定也应从研究目的出发，并结合调查对象的特点进行选择，可以采用面访、信访、自填式问卷调查、必要的体格检查和实验室检查等收集调查信息。

4. 确定样本含量　确定抽样调查样本大小时应根据以下几点：①考虑总体与个体之间的差异程度。如果研究单位之间的变异较大，则样本要大些；如单位之间均衡性较好，则样本可以小些。②考虑调查要求达到的精确度和可信度，调查要求的精确度高，样本量就要大，反之样本量不必过大。③预计所调查疾病的患病率，如现患率低，则样本量要大，反之样本可小些。下面仅介绍单纯随机抽样样本量的估计方法。

（1）计量资料样本大小的估计公式：

$$n=\frac{t_{\alpha}^{2}s^{2}}{d^{2}} \quad (14-1)$$

式中，n 为样本量大小；α 为显著性水平，通常取0.05或0.01；t 为统计学上的 t 值，当 $\alpha=0.05$ 时 $t\approx2$；s 为标准差；d 为允许误差，即样本均数与总体均数之差的允许范围。

【例14-1】 欲调查某病患者血红蛋白含量，预定 $\alpha=0.05$，则 $t\approx2$，根据以往的经验，血红蛋白含量的标准差为3.0 g/100 mL，调查的容许误差为0.5 g/100 mL，则所抽取的样本含量应为多大？

根据题意，$t=2$，$s=3.0$ g/100 mL，$d=0.5$ g/100 mL，则 n 可计算为

$$n=\frac{t_{\alpha}^{2}s^{2}}{d^{2}}=\frac{4\times9}{0.25}=144$$

（2）计数资料样本大小的估计公式：

$$n=\frac{t_{\alpha}^{2}P\ (1-P)}{d^{2}} \quad (14-2)$$

式中，d 为容许误差，即样本率与总体均数率之差，是调查设计者根据实际情况规定的；P 为预期的某病现患率。

5. 确定研究变量和制定调查表　调查表是收集科研所需资料的工具，资料的收集是否适当、全面、简便易行都与调查表的设计有关。

调查表没有固定的格式，内容的繁简、提问和回答的方式应服从于调查目的，并易于整理和分析资料。调查指标一般包括以下几项：

（1）一般项目：可包括姓名、年龄、性别、出生年月、出生地、文化程度、职业、民族、工作单位等。

（2）疾病相关的指标：这部分为结局指标，通常为待研究的疾病如心血管病，或与该疾病相关指标如血脂、血压、血糖等。在人群中进行现况研究时，应尽量采用简单、易行的技术和灵敏度高的方法。

（3）暴露指标：暴露指标是指所研究疾病或健康状态的影响因素，包括危险因素和保护因素。

（4）调查者部分：列出“调查者”和“调查日期”，有助于查询和明确责任。

6. 资料的收集、整理及分析　现况研究结束后首先应对原始资料逐项进行检查与核对，以提高原始资料的准确性、完整性、还应填补缺漏、删去重复、纠正错误等，以免影响调查质量。对疾病或某种健康状态，按已明确规定好的标准进行归类、核实，然后可按不同空间、不同时间以及不同人群中的分布进行描述；也可按是否暴露于研究因素进行分组，而做有对照的比较分析。

（四）现况研究的偏倚及其控制

在流行病学研究中，从研究设计到实施、资料分析以及结果解释中存在的系统误差称偏倚，即调查研究获得的结果与真实值不符。现况研究中常见的偏倚及其控制方法如下：

1. 选择偏倚 选择偏倚是指研究者在选择研究对象时由于选择条件限制或设计失误导致的系统误差。

（1）无应答偏倚：调查对象不合作或由于种种原因不能或不愿意参加，由于这些人的身体素质、暴露状况、患病情况、嗜好等可能与应答者不同，由此产生的偏倚称为无应答偏倚。如应答率低于 80%，就较难以用调查结果来估计整个研究人群的现况。其控制方法是：采取各种措施，提高被调查对象的应答率。对于不应答者，最好要追踪调查或补查，一般要求应答率达到 90% 以上。因此，调查者在拟订调查内容、绘制调查表时对调查内容必须认真考虑，在调查前及调查实施过程中做好宣传和组织工作，提高应答率。

（2）选择性偏倚：在调查过程中，被抽中的调查对象没有找到，而随便找了其他人代替，从而可能破坏了调查对象的同质性。其控制方法是：在抽取调查对象时，必须严格遵守随机化原则，使研究对象都有同等的机会被抽中，从而使潜在的混杂因素、可测量或不可测量及无法预知的非研究因素在各组间分布均衡。

（3）存活者偏倚：在现况调查中，调查对象均为幸存者，无法调查死亡者，因此不能概括某病的实际现况，带有一定的局限性和片面性。

2. 信息偏倚 信息偏倚指在收集和整理有关暴露或疾病资料时出现的系统误差，主要发生在观察、收集资料及测量等实施阶段。

（1）调查对象引起的偏倚：询问调查对象有关个人疾病史、生活习惯、经济状况等，由于种种原因回答不准确，从而引起偏倚。患者因受疾病的折磨，故能回忆过去的暴露史，而健康的调查对象常不在意过去的暴露史而将其遗忘，这种偏倚称为回忆偏倚。

（2）调查员偏倚：调查员有意识地深入调查某些人群或具有某种特征者，而比较马虎地调查另一些人群或不具备某些特征者，如对肺癌患者调查员再三追问其吸烟史，而对健康者则不是这样。这些情况可引起结果的偏倚。其控制方法是：在调查前必须对调查员进行系统、科学的培训，统一标准，提高调查员的水平和工作责任心。

（3）测量偏倚：测量偏倚是指测量工具、检验方法不准确，化验技术操作不规范等造成的偏倚。其控制方法是：选用不易产生偏差的仪器设备，仪器设备使用前要进行校正，检测时严格执行操作程序，诊断标准、排除标准、纳入标准必须统一。

二、筛检

疾病筛检是流行病学研究方法之一。人类疾病的预防和控制主要取决于一级预防和二级预防，即早发现、早诊断、早治疗。疾病筛检是早期发现疾病的一种有效手段，以便能早期诊断和治疗，获得良好结局的重要方法。筛检中采用的诊断实验方法是决定筛检是否成功的基础，也是对筛检工作的效果评价的内容。

（一）筛检的定义

筛检是指应用快速简便的实验、检查或其他方法，从表面健康的人群中去发现那些未被识别的可疑患者或有缺陷者。用于筛检的试验称为筛检试验。筛检所用的试验方法和检查手段是简单、快速、经济、安全、有效，并易为群众所接受的方法。

（二）筛检的目的

1. 早期发现患者　通过筛检可以在表面健康的人群中发现可能患病的早期患者，以早期诊断、早期治疗，实现二级预防。

2. 确定高危人群　例如，对孕妇进行乙型肝炎病毒感染情况的筛检，筛检阳性者所生的婴儿即为肝炎病毒感染的高危人群，因而建议在产后应迅速对这些婴儿进行乙型肝炎的被动和主动免疫，以阻止乙型肝炎病毒的垂直传播。

3. 帮助了解疾病的自然史　通过筛检识别疾病的早期阶段，了解疾病的自然史。

（三）筛检的原则

（1）要筛检的疾病或缺陷应具备下列特点：①该病是当前存在的重大公共卫生问题，对人群健康有较大危害；②该病有可识别的早期症状和体征；③该病有进一步确诊的条件和可接受的治疗方法，如先天性髋关节脱臼、苯丙酮尿症等。

（2）要有一个快速、经济、安全、易为群众所接受的筛检试验，并且该筛检试验应有较高的灵敏度和特异度，能达到筛检的目的。

（3）要对欲筛检疾病的自然史有足够的了解，以便准确判断筛检的效果。

（4）要考虑当地卫生事业经费状况，对整个筛检、诊断和治疗的成本与效益进行评价。

（5）筛检计划应是一个长期计划，可以定期或不定期进行，但不能筛检一次就停止了。对可疑患者（筛检试验阳性者）的进一步确诊及治疗也应该纳入筛检计划。

（四）筛检试验的评价

1. 筛检试验的评价方法　筛检试验最基本的评价方法是待评价的筛检试验所得结果与诊断该病的金标准进行比较。它分为以下三个步骤：

（1）确定“金标准”：“金标准”即标准诊断方法，是指可靠的、公认的、能正确地将有病和无病区分开的诊断方法。一般来讲，病理学检查、手术、尸体解剖、特殊的影像学诊断、微生物学培养以及生物学标志检测是具有普遍意义的“金标准”。不同的疾病有不同的“金标准”，如诊断冠心病的“金标准”是冠状动脉造影，诊断肿瘤的“金标准”是病理学检查。评价筛检试验时，必须先选择合适的“金标准”，将研究人群正确地分成有病和无病两组，然后应用筛检试验“盲法”对该人群重复检查，将两组检查结果进行分析比较后，就能对筛检试验进行评价。

（2）选择研究对象：用于评价筛检试验的研究对象包括两组：一组是经“金标准”确诊的某病病例，称为病例组。所选的病例组应是该病病例总体的一个随机样本，在可能影响试验结果的诸多因素（如年龄、性别、疾病类型、病情、病程及治疗等）方面应能代表整个患病人群。另一组是经“金标准”证实的未患该病的其他患者或健康人群，称为对照组。对照组除被“金标准”证实未患所研究疾病外，在其他因素和特征上应与病例组具有可比性。如果对照组由其他疾病病例组成，应考虑选择那些容易与所研究疾病混淆的其他疾病病例，以便评价筛检试验的鉴别诊断能力。

（3）同步评价：对确定的每个受试对象，用“金标准”和被评价的筛检试验同时进行测试。根据试验检查结果，评价其诊断价值。

2. 筛检试验的评价指标　按筛检试验和“金标准”判断结果，将所研究对象人群

分组，如表 14 - 1 所示。

表 14 - 1　按筛检试验和“金标准”判断结果将人群分组

评价试验结果	金标准		合计
	有病	无病	
阳性	a（真阳性）	b（假阳性）	$a+b$
阴性	c（假阴性）	d（真阴性）	$c+d$
合计	$a+c$	$b+d$	N

（1）灵敏度：灵敏度指筛检试验阳性者占受检患者（按“金标准”判断）总数的百分比，即真阳性率。灵敏度表示实验方法对疾病的检出能力。其计算式为

$$灵敏度=\frac{a}{a+c}\times 100\%$$

（2）特异度：特异度指实际无病而被该筛检试验正确地判断为无病者占所有受检非患者的百分比，即真阴性率。特异度表示试验方法对无病的检出能力。其计算式为

$$特异度=\frac{d}{b+d}\times 100\%$$

（3）误诊率：误诊率指实际无病而被该筛检试验错误地判断为有病者占所有受检非患者的百分比，即假阳性率。误诊率和特异度都是表示筛检试验识别非患者的能力，特异度和误诊率之和等于 1。其计算式为

$$误诊率=\frac{b}{b+d}\times 100\%$$

（4）漏诊率：漏诊率指实际有病而被该筛检试验错误地判断为无病者占所有受检患者的百分比，即假阴性率。漏诊率和灵敏度都是表示筛检试验识别患者的能力，灵敏度和漏诊率之和等于 1。其计算式为

$$漏诊率=\frac{c}{a+c}\times 100\%$$

（5）正确诊断指数：正确诊断指数又称约登指数，用 r 表示。r 的值介于 0 和 1 之间，越接近于 1 说明正确诊断率越高，常用于不同诊断方法之间的比较。其计算式为

$$r=1-（漏诊率+误诊率）=（灵敏度+特异度）-1$$

（五）筛检效果的评价

1. 通过筛检从人群中发现早期患者的数量　通过筛检试验能从人群中识别可疑患者或有某种缺陷的人，发现的人数越多，说明筛检的效果越好，当然要考虑疾病的患病率等因素。

2. 筛检对疾病结局的影响　一项筛检试验应当能够改善疾病预后，降低死亡率，提高生存率。但是，在评价对预后影响时，要排除“领先时间”偏倚。由于筛检试验所发现的病例较自然情况下（按症状、体征）诊断病例的时间提前，即使筛检对结局无影响，如按此时计算的生存时间也延长了。因此，必须首先了解所筛检疾病的自然

史，明确“领先时间”有多长，才能正确判断筛检效果。

3. 卫生经济学评价　卫生经济学评价包括成本－效益分析和成本－效果分析。成本是指筛检的费用，通常用货币值表示。效益是指筛检产生的价值，包括直接效益（如节省的医疗费用）和间接效益（如减少误工带来的效益），也用货币值表示。效果则是指筛检带来社会效益，如病死率下降、生存率提高等。

第二节　分析性研究

描述性研究结果一般只能提供病因线索，并建立病因假设。要验证假设，则需要采用分析性研究或实验性研究的方法。分析性研究主要包括病例对照研究和队列研究。

例如，描述性研究提示肝癌可能与乙型肝炎病毒感染有关，由此可以建立假设“有乙肝病毒感染史者比无乙肝病毒感染史者更易发生肝癌”，对于该假设可以分别用病例对照研究和队列研究来证实。

一、病例对照研究

（一）病例对照研究的定义

病例对照研究是指以某人群中一组患有所研究疾病的人群（病例组）和未患该病的人群（对照组）作为研究对象，调查其发病前对某个（些）因素的暴露状况，比较两组中暴露率和暴露水平的差异，以研究该疾病与这个（些）因素的关系。病例对照研究模式见图 14－2。从图 14－2 可看出，病例对照研究从时间上讲是从现在是否患有某种疾病出发，回顾过去可能的原因（暴露），在时间顺序上是逆向的，即从“果”推“因”。因此，病例对照研究也称回顾性研究。例如，应用病例对照研究方法研究吸烟和肺癌之间的联系，可以选择一组肺癌患者做病例，再选择一组健康人或患有其他疾病的人做对照，分别调查他们过去吸烟情况，如果肺癌患者过去吸烟的比例明显高于对照者，则提示吸烟与肺癌的发生有关。

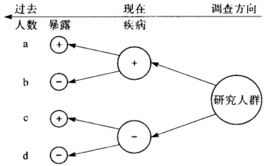


图 14－2　病例对照研究模式

（二）病例对照研究的特点

病例对照研究是最常用的分析性研究方法，因需要的调查对象数目较少，人力、物力都较节省，获得结果较快，特别适用于少见病和潜伏期较长的慢性病的病因研究。

1. 属于观察性研究方法　研究者不给研究对象以任何干预，而只是客观地收集对象的暴露情况。这是分析性研究方法的共有特征。

2. 设立对照组　专门设立的对照组由未患所研究疾病的人组成，与病例组进行比较。

3. 观察方向由“果”到“因”　先有结果，即已知对象患某种病或不患某种病，再追溯其可能与疾病有关的原因。

4. 不能证实暴露与疾病的因果关系　病例对照研究是回顾性研究方法，不能观察到由“因”到“果”的发展过程并证实其因果关系，故只能推测暴露与疾病是否有关联。

（三）病例对照研究的实施

1. 明确研究目的　在制订研究计划之前首先应该明确研究的目的。明确本研究是以探讨病因为目的还是以检验病因假设为目的。

2. 确定研究对象　病例与对照的选择，尤其是对照的选择为整个研究的关键之一。病例与对照选择的基本原则有两个：一为代表性，选择的病例应足以代表总体人群中该病的患者，对照也应足以代表产生病例的人群总体；二为可比性，病例组与对照组在年龄、性别等主要特征方面无明显差异。

（1）病例的选择和来源：选择病例时，首先要求有一个明确、统一的诊断标准，其次被选择的病例必须具有暴露于调查因素（可疑病因）的可能性。如研究口服避孕药与某些疾病的关系，做过绝育术或因其他原因不用避孕药的患者不应作为研究对象，否则将产生偏倚。此外，应尽量选择确诊的新病例，因为其回忆偏倚小，代表性好，容易合作。

病例的来源有两个：一是被研究的总体人群中的全部病例或者总体中随机样本人群中的全部病例。这种方法所选择的样本代表性较好，但实施时难度较大。二是医院住院或门诊病例，应尽量选择总体人群中不同地区、不同水平、不同种类的医院。虽然这种来源的病例样本代表性不如以人群为基础的病例对照研究，但实施较为方便。

（2）对照的选择和来源：选择对照的基本原则是从病例所来自人群中的非病例中随机选择。如果病例是从人群中选择的，可以选择同一人群中非病例的随机样本作为对照。如果病例是从医院中选择的，则可以从同一医院同一时间就诊或住院的其他病例中选择对照，也可以选择医院所在地人群中的健康人作为对照，或选择病例的配偶、同胞、亲戚、邻居、同学或同事等作为对照。

（3）对照的类型：对照的类型主要有匹配与不匹配两种。匹配是指在选择研究对象时，使病例组与对照组在某些特征或变量上保持一致，从而使病例与对照具有可比性，以提高研究的效率。按匹配的方法可分为群体匹配和个体匹配两类。

1）群体匹配：群体匹配也称成组匹配，在选择对照组时，使所要求匹配的因素在比例上与病例组一致。如病例组中男女各1/2，60岁以上者占1/3，则对照人群也如此

选择。

2）个体匹配：从对象人群中选择一个或以上的对照配给每一个病例，使对照在规定的特征上与病例相同。一个病例配一个对照叫 1∶1 配对，配两个以上的对照叫 1∶M 配比。总的来说，匹配的因素多，可比性强，要控制的混杂因素也多。匹配因素过多会增加工作的难度，一部分病例可能因难以找到合适的对照而被放弃，从而影响了病例样本的代表性。此外，随着匹配因素的增加，病例组和对照组之间在所研究的暴露因素上也逐渐趋同，从而掩盖或低估了暴露与疾病的联系。这种情况称匹配过度。

3. 样本量的估计

（1）有关参数：①人群中被研究因素的暴露率，病例组暴露率（P_1），对照组暴露率（P_0）；②相对危险度（RR）的估计值，在病例对照研究中一般不能直接计算出 RR 值，只能求其近似值 OR；③第一类错误（假阳性错误）的概率（α）；④第二类错误（假阴性错误）的概率（β），$1-\beta$ 称为把握度。

（2）病例对照研究样本含量的公式为

$$N=\frac{[Z_\alpha\sqrt{2P(1-P)}+Z_\beta\sqrt{P_1(1-P_1)+P(1-P_2)}]^2}{(P_1-P_2)^2}\qquad(14-3)$$

或近似为

$$N=\frac{(Z_\alpha+Z_\beta)^2\times 2\overline{P}(1-\overline{P})}{(P_1-P_2)^2}\qquad(14-4)$$

式中，N 为样本含量；P_0 为对照组暴露率；P_1 为病例组暴露率；$\overline{P}=(P_1+P_0)/2$；Z_α、Z_β 可根据标准正态离差简表查出。

【例 14-2】 为研究某地肺癌与吸烟的关系，欲进行一次病例对照研究。已知某地普通人群中吸烟率 P_0 为 30%，OR 为 5.0，α 定为 0.05，把握度 $1-\beta$ 为 0.90，问需要多少病例与对照？

已知 $P_0=30\%$，$OR=5.0$，$\alpha=0.05$，把握度 $=0.90$，先求 P_1 与 $\overline{P}$：

$$P_1=OR\times P_0/(1-P_0+OR\times P_0)=5\times0.3/(1-0.3+5\times0.3)=0.68$$

$$\overline{P}=(P_1+P_0)/2=(0.68+0.3)/2=0.49$$

查表，Z_α 为 1.64，Z_β 为 1.28。

代入公式得

$$N=\frac{[1.64\sqrt{2\times0.49\times(1-0.49)}+1.28\sqrt{0.68(1-0.68)+0.30(1-0.30)}]^2}{(0.68-0.30)^2}=27.6$$

病例组与对照组各需 28 人。

4. 资料的来源与收集

（1）收集内容：主要收集一般情况、疾病情况和暴露史三个方面的资料。一般项目包括姓名、性别、年龄、民族、职业、文化程度、经济收入和住址等。疾病情况包括发病时间、诊断依据、诊断医院等。必须有统一的、明确的诊断标准，对照也应采用相同的标准加以排除。暴露史包括是否暴露、暴露时间和剂量等。

（2）收集方法：主要有查阅现有记录资料、访问、体检和实验室检查等方法。其中，

以访问最为常用，一般由经过培训的调查员按照统一的调查表进行。

（四）病例对照研究的资料分析

病例对照研究的目的就是通过对病例组和对照组之间各种可疑因素的暴露情况进行比较，从而判断哪些暴露因素与所研究疾病有联系及其联系强度的大小。

资料的分析包括四个基本步骤：①绘制四格表；②比较病例组与对照组暴露率的统计学差异；③计算与疾病发生相关因素的比值比 *OR*；④进一步计算 *OR* 的可信区间，并对 *OR* 做出解释。

1. 非匹配资料分析　非匹配资料四格表如表 14－2 所示。其χ^2 检验的χ^2 值计算公式为

$$\chi^2=\frac{(|ad-bc|-n/2)^2n}{(a+b)\ (c+d)\ (a+c)\ (b+d)}$$

表 14－2　成组病例对照资料四格表

	病例组	对照组	合计
暴露组	a	b	$a+b$
非暴露组	c	d	$c+d$
合计	$a+c$	$b+d$	$a+b+c+d$

做显著性检验时，判断暴露与疾病是否有统计学联系，一般采用χ^2 检验，且常用以下校正公式：

$$OR=\frac{病例组的暴露比值}{对照组的暴露比值}=\frac{a/c}{b/d}=\frac{ad}{bc},\quad OR95\%CI=OR^{(1\pm1.96/\sqrt{\chi^2})}$$

【例 14－3】　某地一年半内共诊断男性膀胱癌患者 547 例，从中随机抽出 375 例作为病例组，并从同年龄组的健康男性中随机抽取 368 人作为对照组，调查他们过去是否从事制鞋、制革、染料、化工等可能接触致膀胱癌危险因素的职业，结果见表14－3。

表 14－3　膀胱癌与职业暴露的关系

可疑职业暴露史	病例组	对照组	合计
有	118（a）	69（b）	187（$a+b$）
无	257（c）	299（d）	556（$c+d$）
合计	375（$a+c$）	368（$b+d$）	743（$a+b+c+d$）

$$\chi^2=\frac{(|ad-bc|-n/2)^2n}{(a+b)\ (c+d)\ (a+c)\ (b+d)}=15.28,\quad P<0.01$$

说明可疑职业暴露与膀胱癌有联系。

$$OR=\frac{ad}{bc}=\frac{118\times299}{69\times257}=1.99,\quad OR95\%CI=1.41\sim2.81$$

说明该地男性中有制革、化工等可疑职业史者发生膀胱癌的危险度是非暴露者的 2 倍。

$OR>1$ 表示暴露是疾病的危险因素，$OR<1$ 表示暴露是疾病的保护因素，$OR=1$ 表示暴露与疾病无相关。

2. 匹配资料分析　匹配资料四格表如表 14-4 所示。

表 14-4　病例对照研究匹配资料四格表

病例组	对照组		合计
	有暴露	无暴露	
有暴露	a	b	$a+b$
无暴露	c	d	$c+d$
合计	$a+c$	$b+d$	$a+b+c+d$

其χ^2 检验的χ^2 值计算公式为

$$\chi^2=\frac{(|b-c|-1)^2}{b+c}$$

显著性检验采用配对四格表χ^2 检验，一般常用以下校正公式：

$$OR=\frac{b}{c},\ OR95\%\,CI=OR^{(1\pm1.96/\sqrt{\chi^2})}$$

【例 14-4】　临床医生收集 50 例“海豹肢”畸形儿同时采用 1∶1 配对的方式，每收集 1 名“海豹肢”畸形儿的同时收集 1 名同期出生的性别相同的非“海豹肢”畸形儿作为对照，调查孕妇服用“反应停”的结果如表 14-5 所示。

表 14-5　“海豹肢”畸形儿病例对照研究资料四格表

病例组	对照组		合计
	服用“反应停”	未服用“反应停”	
服用“反应停”	1	32	33
未服用“反应停”	1	16	17
合计	2	48	50

$$\chi^2=\frac{(|b-c|-1)^2}{b+c}=\frac{(|32-1|-1)^2}{32+1}=27.3$$

$$OR=\frac{b}{c}=32,\ OR95\%\,CI=OR^{(1\pm1.96/\sqrt{\chi^2})}=8.72\text{ 或 }117.43$$

上述计算结果说明，孕妇服用“反应停”与“海豹肢”畸形儿的出生有联系，服用“反应停”的孕妇生产“海豹肢”畸形儿的危险度是未服用“反应停”孕妇的 32 倍。OR 的 95% 可信区间为 8.72～117.43，不包含 1，说明 OR 值有显著性。

（五）病例对照研究常见偏倚及其控制

1. 选择偏倚及其控制　选择偏倚是由于选择研究对象的方法有问题或缺点，导致入选者与未入选者的某些特征有系统差异而产生的误差。由于病例对照研究中常常未能随机

抽样，故易产生选择偏倚。特别是在医院选择病例与对照时更易产生偏倚。医院收治患者有不同的选择，患者到哪个医院也有选择，不同病种也有不同的入院条件，这使研究的病例或对照不能代表有关人群。

选择偏倚的控制主要是在研究设计阶段，如以人群为基础选择研究对象或从多家医院选择研究对象、随机抽样、尽量选择新发病例等可减少选择偏倚。

2. 信息偏倚及其控制　信息偏倚是由于调查方法、仪器、人员等方面存在问题，致使所收集到的信息资料与真实情况不符，常见的如回忆偏倚、调查员偏倚等。规范研究方法、校正仪器、严格按照规定程序收集资料、完善质量控制方法、采用“盲法”收集资料等措施有利于减少此类偏倚。

3. 混杂偏倚及其控制　混杂偏倚是由混杂因子造成的偏倚。混杂因子是指既和研究的疾病有联系又和研究的暴露有联系的因子。年龄、性别和许多疾病与暴露都有联系，是最常见的混杂因子。其控制方法有三：①用匹配法进行研究，将混杂因素作为匹配因素；②分析时用分层分析法，按混杂因素进行分层；③进行多因素分析。

（六）病例对照研究的优缺点

1. 病例对照研究的优点　所需样本量小，病例易获取，因此工作量相对小，所需人力、物力较少，易于进行，出结果快；可以同时对一种疾病的多种病因进行研究；适合于对病因复杂、发病率低、潜伏期长的疾病进行研究。

2. 病例对照研究的缺点　样本代表性难以保证；暴露测量往往不够精确、可靠；不能直接计算发病率或死亡率。如果上述缺点不能得到很好克服，可能会因存在偏倚导致错误结论。

二、队列研究

（一）队列研究的定义

队列研究又称前瞻性研究，是将一个范围明确的人群按是否暴露于某种可疑因素分为暴露组和非暴露组，或按是否不同程度地暴露于某种可疑因素分成多个亚组，追踪其有关所研究疾病的结局，比较不同暴露水平的各组之间疾病结局发生频率的差异，分析和推断该暴露因素是否为所研究疾病的危险因素或病因。队列研究模式如图 14 – 3 所示。

（二）队列研究的特点

1. 在时序上由前向后　队列研究属于前瞻性研究，是在疾病发生前开始进行的，要随访一段时间才能发现病例。

2. 属于观察性研究方法　暴露不是人为给予的，而是在研究开始前就已经客观存在，这一点从根本上区别于实验性研究。

3. 研究对象按暴露与否进行分组　队列研究按照暴露因素进行分组，然后观察比较不同暴露因素的效应。

4. 由“因”到“果”　在研究过程中先明确其因（暴露因素），再纵向前瞻观察而研究其果（发病或死亡），在病因推断上合乎逻辑推理的顺序，其结果的可靠性强。

（三）队列研究的实施

队列研究能证实暴露因素与疾病的因果联系，但实施起来较为复杂，难度较大，因此

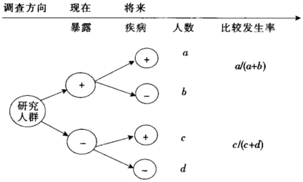


图 14－3　队列研究模式

在实施前要周密考虑。

1. 确定研究因素　研究因素常称为暴露因素或暴露变量，通常是在描述性研究和病例对照研究的基础上确定的。在研究中要考虑如何选择、规定和测量暴露因素。暴露因素的测量应采用敏感、精确、简单和可靠的方法。

2. 确定研究结局　结局变量是指随访观察中将出现的预期结果事件，即研究者希望追踪观察的事件，是观察的自然终点，不是观察期的终止。它可以是终极的结果（如发病或死亡），也可以是中间结局（如分子或血清的变化）。除研究结局外，可同时收集多种可能与暴露有关的结局。

3. 确定研究人群

（1）暴露人群的选择：

1）特殊暴露人群或职业人群：这部分人群的暴露史明确，发病率也高，故易得出结果。特殊暴露人群是指对某因素有较高暴露水平的人群。如果暴露因素与疾病有关，则高度暴露人群中疾病的发病率或死亡率就可能高于其他人群，这将有利于探索暴露与疾病之间的联系。因此，在研究暴露与疾病的关联时，常常首先选择特殊暴露人群。例如，选择遭受过原子弹爆炸辐射危害的人群或接受过放射线治疗的人群，用于研究放射线辐射与白血病的关系。

某些职业中常存在特殊暴露因素，它可能与某些疾病有关，因此某些职业人群也是特殊暴露人群。例如，选择染料厂工人研究联苯胺致膀胱癌的作用，选择石棉作业工人研究石棉与肺癌的关系等。

2）一般人群：这种人群的代表性最好，得到的结果外推性好，但这部分人群发病率低，所得的 *RR* 值较小，实施较困难。此时，选择一般人群作为研究对象要考虑两点：①所研究的因素与疾病是人群中常见的；②研究需要观察一般人群的发病情况，特别是想要观察环境因素与疾病的关系时，无特殊暴露人群或不需要特殊暴露人群。

3）有组织的人群：这部分人群易于联系，应答率较高，代表性较好，且易控制混杂，如由医生协会登记注册的执业医师。

（2）对照人群的选择：对照人群的选择正确与否直接影响着队列研究的真实性。选择对照组的目的是进行比较，因此要注意与暴露人群的可比性，即对照人群除未暴露于所

研究的因素外，其他因素（如年龄、性别、职业等）应尽可能与暴露人群相同。

1）内对照：选定一群研究对象后，有暴露史的作为暴露组，余下的作为对照组，这就叫内对照。队列研究应尽量选用内对照，因为这是最理想的对照，除暴露因素外它与暴露人群的可比性好。同时，选用内对照较方便可行，特别是当暴露人群来自于一般人群或有组织的人群时常用内对照。

2）外对照：暴露人群选定后，从其他人群中选择对照人群，这叫外对照。一般当暴露人群为职业暴露或特殊暴露人群时常用外对照。若以放射科医生作为研究放射线致病的暴露人群，则可以不接触射线或接触射线极少的五官科医生为外对照。

3）不另设对照：不另设对照也称一般人群对照，就是将结果与一般人群的发病率或死亡率进行比较。其优点是一般人群的发病率或死亡率容易得到且较稳定，但其资料比较粗糙，可能缺乏要比较的项目。因此，应注意与同时期的人群资料进行比较。

4. 确定样本大小　确定队列研究样本量大小也主要取决于4个因素：①非暴露人群的发病率（P_0），P_0 越接近0.05，所需样本越小。②暴露人群的发病率（P_1），暴露人群与对照人群两发病率之差越大，所需样本量越小。③显著性水平 α，即假设检验时的第一类错误。要求假阳性错误出现概率越小（α 越小），需样本量越大。通常 α 取0.05或0.01。④检验效能 $1-\beta$，即检验假设时能够避免假阴性出现的能力，β 为检验假设时出现第二类错误的概率。

在得到了确定的参数（非暴露人群的发病率 P_0、暴露人群的发病率 P_1、显著性水平 α、检验效能 $1-\beta$）后，可用下列公式计算样本量（N）：

$$N=\frac{[u_\alpha\sqrt{2\overline{P}(1-\overline{P})}+u_\beta\sqrt{P_1(1-P_1)+P_0(1-P_0)}]^2}{(P_1-P_0)^2}$$

式中，P_1 为暴露人群的发病率；P_0 为非暴露人群的发病率；$\overline{P}=(\frac{P_1+P_0}{2})$；如已知 P_0 与估计的相对危险度 RR，则 $P_1=RR\times P_0$；u_α、u_β 可以根据标准正态离差简表查出。

【例14-5】　队列研究分析孕妇暴露于某药物与婴儿先天性心脏病之间的联系，已知非暴露者所生婴儿先天性心脏病发病率（P_0）为0.008，估计 RR 为2，设 $\alpha=0.05$（双侧），$\beta=0.10$，求样本量。

u_α（双侧）$=1.96$，u_β（单侧）$=1.282$，$P_0=0.008$

$P_1=RR\times P_0=2\times0.008=0.016$

$\overline{P}=(\frac{P_1+P_0}{2})=\frac{0.008+0.016}{2}=0.012$

$$N=\frac{[1.96\times\sqrt{2\times0.012\times(1-0.012)}+1.28\times\sqrt{0.016\times(1-0.016)+0.008\times(1-0.008)}]^2}{(0.016-0.008)^2}$$

$=3\ 892$

因此，暴露组和非暴露组各需观察3 892人。

除了计算，还可以通过查表或直接上网检索相关网站的方法获得样本含量。

5. 收集资料

（1）收集基线资料：收集每个研究对象在研究开始时的基本情况，包括待研究的

暴露因素的暴露状况，疾病与健康状况，年龄、性别、职业、婚姻等个人状况，家庭环境、个人生活习惯及家族疾病史等。基线资料的获取方式有：①查阅医院、工厂、单位及个人健康保险的记录或档案；②访问研究对象或其他能够提供信息的人；③对研究对象进行体检和实验室检查；④环境调查与检查。

（2）随访：随访即对所确定的研究对象进行追踪观察，目的是确定终点事件的发生情况，即有多少观察对象发病或死亡，有多少研究对象尚在观察中，有多少人已无法追踪（失访），研究对象的暴露情况有无变化等。

随访的方法分为直接法（如信函调查、面访、定期体检）和间接法（根据医院病历、死亡登记、疾病报告卡、职业档案、健康保险档案等间接判断研究对象的结局），应根据实际情况选用其中一种方法或两种方法兼用，以尽量减少失访（由于某些原因导致无法知晓研究对象的结局），并保证获得真实、可靠的信息。

（3）收集结局资料：首先要明确观察终点，通常是发病或死亡，也可以其他健康效应作为终点，但该种终点的确定较为复杂。例如，在对恶性肿瘤的队列研究中常以死亡为观察终点，因为死亡比发病更容易判断，如果以发病为观察终点可能会出现较多的假阳性或假阴性。其次，要确定追踪观察的期限，主要依据所研究的暴露因素和研究对象的暴露水平、样本量及所研究疾病的性质来确定。例如，如果以恶性肿瘤的发病或死亡为观察终点，随访期往往需要数年或数十年。

（四）队列研究的资料分析

队列研究结束后应对所获得的资料进行整理，然后进行描述性分析，将研究对象的组成、随访的经过、结局的发生和失访率等情况做出描述，最后按年龄、性别、时间分别计算各研究组在随访期的疾病发病率和死亡率并进行比较。

1. 率的计算　队列研究可以计算多种率，特别是能计算发病率，这是病例对照研究不可比拟的优点，因为病例对照研究无法得到病例所来自人群的基准人口数，所以无法计算发病率、患病率、死亡率等指标。

（1）累积发病率 *CI*：累积发病率是指某一固定人群在一定时期内某病新发生例数与观察开始时总人数之比。随访期越长，则病例发生越多，因此 *CI* 表示发病率的累积影响。在样本量大、人口稳定、资料比较整齐的情况下应用累积发病率，其表达式为

$$n\text{ 年的某病累计发病率}=\frac{n\text{ 年内的新发病例数}}{n\text{ 年内的平均暴露人口数}}\times 1\,000‰\text{或（}100\,000/10\text{ 万）}$$

（2）发病密度 *ID*：发病密度是指一定时期内的平均发病率。其分子仍是一个人群在观察期内新发生的病例数，分母则是该人群每一成员所贡献的人时的总和。所谓人时（PT）是观察人数乘以随访单位时间的积。发病密度既说明该人群发生的新病例数，又说明该人群的大小和发生这些例数所经历的时间。时间单位常用年，故人时又称人年数。例如，一个人观察满 5 年为 5 人/年，5 个人观察满一年也是 5 人/年。因此，多在人口波动较大、样本量小的情况下应用发病密度，其表达式为

$$\text{发病密度}=\frac{\text{某人群在观察期内的发病人数}}{\text{观察期内的观察对象人数}}\times 100\,000/10\text{ 万}$$

2. 显著性检验　一般常用 χ^2 检验，如果暴露组与非暴露组的发病率的差异有显著

性意义，可认为暴露与疾病之间有统计学联系。

3. 暴露与疾病的关联分析　首先将观察结果列成如表 14－6 所示样式，然后进行分析。

表 14－6　队列研究资料整理

组别	发病人数	未发病人数	合计	累积发病率
暴露组	a	b	$n_1=a+b$	a/n_1
非暴露组	c	d	$n_0=c+d$	c/n_0
	$m_1=a+c$	$m_0=b+d$	$N=a+b+c+d$	m_1/N

（1）相对危险度 *RR*：相对危险度又称率比，是指暴露组发病率 I_e 与非暴露组发病率 I_o 之比，它反映了暴露与疾病的关联强度。其表达式为

$$RR=\frac{I_e}{I_o}=\frac{a/n_1}{c/n_0},\quad RR95\%CI=RR^{(1\pm1.96/\sqrt{\chi^2})}$$

RR 说明暴露组的发病危险是非暴露组的多少倍。相对危险度 *RR* 无单位，比值范围在 0～∞ 之间。*RR*＝1，表明暴露与疾病无联系；*RR*＜1，表明存在负联系（提示暴露是保护因子）；*RR*＞1 时，表明暴露与疾病存在正联系（提示暴露是危险因子）。*RR* 值越大，暴露与疾病的联系越强，如表 14－7 所示。

表 14－7　*RR* 值的关联强度

RR 值	关联强度
0.9～1.1	无
0.7～0.8 或 0.2～1.4	弱
0.4～0.6 或 0.5～2.9	中等
0.1～0.3 或 0.0～9.0	强
<0.1 或 >9.0	很强

（2）归因危险度 *AR*：归因危险度又称率差，是指暴露组发病率与非暴露组发病率之差，它反映发病归因于暴露因素的程度。其表达式为

$$AR=I_e-I_o$$

AR 表示暴露可使人群比未暴露时增加的超额发病的数量，如果暴露去除，则可使发病率减少多少（*AR* 的值）。因此，*AR* 在疾病预防中很有意义。

（3）归因危险度百分比 *AR%*：归因危险度百分比是指暴露人群中由暴露因素引起的发病在所有发病中所占的百分比，其表达式为

$$AR\%=\frac{I_e-I_o}{I_e}\times100\%$$

（4）人群归因危险度 *PAR*：人群归因危险度是指总人群发病率中归因于暴露部分占总人群全部发病（或死亡）率的比例，其表达式为

$$PAR = I_t - I_o$$

式中，I_t 为全人群发病率。

（5）人群归因危险度百分比 $PAR\%$：人群归因危险度百分比表示全人群中由暴露引起的发病在全部发病中的比例，其表达式为

$$PAR\% = \frac{I_t - I_o}{I_t} \times 100\%$$

【例14－6】 某吸烟与肺癌的队列研究获得资料为：吸烟者肺癌年死亡率为 $I_e = 0.96‰$，非吸烟组肺癌年死亡率为 $I_o = 0.07‰$，全人群中肺癌年死亡率为 $I_t = 0.56‰$。试计算上述各指标。

$RR = I_e/I_o = 0.96‰/0.07‰ = 13.7$，表明吸烟组的肺癌死亡危险是非吸烟组的13.7倍。

$AR = I_e - I_o = 0.96‰ - 0.07‰ = 0.89‰$，表明如果去除吸烟，则可使肺癌死亡率减少0.89‰。

$AR\% = (I_e - I_o)/I_e \times 100\% = 92.7\%$，表明吸烟人群中由吸烟引起的肺癌死亡在所有肺癌死亡中所占的百分比为92.7%，找到肺癌的主要病因。

$PAR = I_t - I_o = 0.56‰ - 0.07‰ = 0.49‰$，表明如果去除吸烟，则可使全人群中的肺癌死亡率减少0.49‰。

$PAR\% = (I_t - I_o)/I_t \times 100\% = 87.5\%$，表明全人群中由吸烟引起的肺癌死亡在所有肺癌死亡中所占的百分比为87.5%。

（五）队列研究的常见偏倚及其控制

1. 选择偏倚　造成选择偏倚的原因有：由于最初选定的研究对象有人拒绝参加；历史性队列研究时，有些人的档案丢失或记录不全；研究对象为志愿者，他们往往是具有某些特征或习惯的；早期患者在研究开始时未能发现；抽样方法不正确、执行不严格等。

控制选择偏倚要有一个正确的抽样方法，即严格遵守随机化的原则；严格按规定的标准选择对象；对象一旦选定，坚持随访到底。

2. 失访偏倚　在一个较长的追踪观察期内，总会有对象迁移、外出、死于非终点疾病或拒绝继续参加观察而退出队列。失访率最好不超过10%。

控制失访偏倚主要靠尽可能提高研究对象的依从性，在选择研究对象时选择那些符合条件且依从性好的研究对象。如果失访率达到20%以上，则研究的真实性值得怀疑。

3. 信息偏倚　信息偏倚是指在获取暴露、结局或其他信息时所出现的系统误差或偏差，又称为错分偏倚，如判断有病为无病、判断有暴露为无暴露，或由于仪器不准确、检验技术不熟练、诊断标准定义不明确或掌握不当、询问技巧欠佳造成结果不真实等。

控制信息偏倚应做到：选择精确稳定的测量方法，校准仪器，严格实验操作规程，同等地对待每个研究对象，提高临床诊断技术，明确各项标准，严格按规定执行，做好调查员培训等。

4. 混杂偏倚　混杂是指所研究因素与结果的联系被其他外部因素所混淆，这个外

部因素就称为混杂因素。它是疾病的一个危险因子，又与所研究的因素有联系。它在暴露组与对照组的分布是不均衡的。性别、年龄是最常见的混杂因素。

控制混杂偏倚应做到：对研究对象做某种限制，以获得同质的样本；在对照选择中采用匹配的办法；研究对象抽样严格遵守随机化的原则。

（六）队列研究的优缺点

（1）队列研究的优点：样本代表性较好；暴露及结局资料准确；偏倚较少发生，研究结论可靠；可以同时研究一种暴露因素与多种疾病的关系。因此，队列研究常用于验证病因假设。

（2）队列研究的缺点：耗费人力、物力；研究周期长；实施难度较大；失访难以避免，失访较多时可能会影响到研究结论的正确性；不适用于罕见病的病因研究。

第三节　实验性研究

实验性研究是将一组随机抽取的实验对象随机分配到两种或多种处理组（实验组与对照组），对实验组人为地给予或控制某因素，而对于对照组不给予该因素或给予安慰剂，然后观察比较不同处理因素的效应或结果。如添加赖氨酸促进生长发育的实验研究，将随机抽取的若干小学三年级学生随机分配到甲、乙两组，甲组课间餐中添加赖氨酸，乙组仅给予正常课间餐，追踪观察一段时间后，比较两组身高、体重增长情况。

实验设计是关于实验研究的计划、方案的制订。良好的设计是顺利进行实验和统计分析数据结果的先决条件，也是使实验研究获得预期结果的重要保证。

一、概述

（一）实验性研究的特点

（1）研究者能人为设置处理因素。如上述举例，赖氨酸的添加是人为设置的，学生被动地接受或不接受这种处理。

（2）受试对象接受何种处理因素或水平是由随机分配而定的。

由于这两个特点，实验研究和调查研究相比，能使比较组之间具有较好的均衡性，即使非处理因素对不同处理组的影响相同，组间具有良好可比性，在此条件下来探讨、评价处理因素的作用。如上述举例中，通过随机分配使甲、乙两组的性别，家庭经济状况和心理状况一致，来研究赖氨酸对儿童生长发育的影响。实验研究还能使多种实验因素包括在较少次数的实验中，更有效地控制误差，达到高效的目的。

（二）实验性研究的分类

实验性研究的分类方法很多，按其研究对象分为现场试验、临床试验和社区干预试验，按研究目的又分为病因试验、预防试验和治疗试验。实际工作中常根据受试对象分类。

1. 现场试验　以未患病的正常人为研究对象，将其随机分为两组或几组；一组为对照组，其他组为试验组，随访观察并评价效果。

2. 临床试验 临床试验通常局限在患病人群中，持续的时间可以较长，旨在了解某种治疗措施的疗效。例如，研究某种新型化疗方法治疗淋巴性白血病的效果。

3. 社区干预试验 社区干预试验往往在某个地区的所有人群中进行，持续时间一般较长，旨在通过干扰某些危险因素或施加某些保护措施，了解它们在人群中产生的预防效果。例如，在饮用水中加氟防龋齿的人群试验。

二、实验设计

（一）实验设计的基本要素

实验性研究的基本要素包括处理因素、受试对象和实验效应三部分。如用两种降压药治疗高血压患者，观察比较两组患者血压值的下降情况，这里所用的降压药为处理因素，高血压患者为受试对象，血压值为实验效应。

1. 处理因素 处理因素也称研究因素，是指在实验研究中有目的地加到受试对象身上的因素。与其相对应的还有所谓非处理因素，它是指非有意加到受试对象身上，而在实验中可能起到干扰作用的因素。

（1）处理因素按性质分类：可分为化学性处理因素，如药物、激素、致毒物、生产性粉尘等；物理性处理因素，如针刺、艾灸、射线、外科手术等；生物学因素，如细菌、病毒、真菌、寄生虫等。

（2）处理因素的数目及水平：处理因素的数目指研究中人为施加几个因素，如果是一个则称为单因素。单因素设计目标明确，简单易行，条件好控制，一目了然，但同一因素在剂量上可有不同水平。例如，临床观察某药分不同剂量组，该药是单因素，大、中、小不同剂量即所谓水平，这叫单因素多水平实验研究。如欲研究不同年龄组患者采用某种药物治疗的效果，这是两个因素，每个因素又要分为几个剂量水平，这就是多因素、多水平的实验研究。

（3）多因素间的相互作用：多因素之间由于某种影响，能够增强或减弱处理因素原有的效应称相互作用。如观察两种药物的疗效，看它们是否可能发生相互作用，即两种药物的协同作用和拮抗作用，在设计时分组应包括对照组、甲药组、乙药组和甲药＋乙药组，这样才能判明两药间是否存在相互作用。

（4）处理因素的强度：所谓处理因素的强度，实际上就是一个剂量的问题，即施加的因素一定要达到使受试对象能产生效应的剂量，因此强度一定要适宜。

（5）处理因素的标准化：科研设计中处理因素的标准化应特别注意，如用某抗生素治疗某病，在同一实验研究中要采用同一厂生产、同一批号、纯度相同的药物，使用时在不同组间还要按同一规程配制。如采用中药治疗观察，应对中药的种属、产地、采取季节、炮制方法、剂量、用法等力求一致，这叫处理因素标准化。

2. 受试对象 医学研究的受试对象通常是人和动物，在实验设计时首先要确定实验对象，并对实验对象的条件做出严格的规定。

（1）临床实验对象：临床实验对象通常是患者，患者的特点各有不同，如疾病有先天和后天自然条件下罹患的，患同一种疾病者其具体病情、病程又有不同，过去是否接受治疗情况不同等。这些特点就决定着他们对同一药物可能具有不同的反应。患者之

间的这些差异，就使临床实验研究变得十分复杂，如果不对受试对象加以控制，使受试对象做到标准化，就会造成实验结果的个体差异很大，难以进行统计和得出结论。因此，在临床实验设计时，必须对实验对象做出统一的规定：①列为实验对象的患者，必须按统一的诊断标准进行诊断；②对患者的年龄、性别、病情轻重、病程和病史做出明确的规定。合乎条件的才可列为实验对象，不合乎条件的一概不能列为实验对象。

（2）动物实验对象：研究内容不同，选择动物的要求也不同，总的原则是：选择与人体功能接近的动物，以便使研究结果有更好的外延，推而广之；选择对实验效应敏感的动物，以便得到预期的、可靠的结论。例如，研究循环、神经、消化的生理病理特点，血管吻合术、体外循环、脏器移植等最好选用狗，因为狗在这方面的功能与人很接近。

不论选择人或动物做受试对象，均要同时考虑所需数量，即样本大小。

3. 实验效应　所谓效应，即通常讲的实验指标，是具体反映处理因素作用、效果的表征，是鉴定实验结果的客观尺度，是实验研究工作的核心内容。指标选的是否恰当直接关系到实验结果的成败。

（1）指标的分类：按实验效应指标的不同性质分为计数和计量指标两类。计数指标是只能以清点数目的形式记录下来的指标，如观察疗效时痊愈、显效、好转、无效、恶化等，动物实验中的生存与死亡各多少例等。计量指标是以定量数据记录下来的指标，如研究儿童身长（高）用厘米表示，体重用千克表示等。

（2）指标的数目：指标的数目没有统一的规定，一般按研究目的来确定，绝不要以为指标越多越好，要抓住主要矛盾，对主要指标一定要仔细地观察。

（3）指标的选择：

1）指标的关联性：指标的关联性是指观察指标能够准确地反映处理因素的效应本质，与处理因素有本质联系，如痰中结核菌检出率是反映开放性肺结核的本质性指标。

2）指标的特异性：指标的特异性是指所选用的指标应能确切地反映疾病本身及处理因素的效应，不受其他因素的干扰，如碳氧血红蛋白（HbCO）就是一氧化碳中毒的特异性指标。

3）指标的客观性：实验指标有客观与主观之分，医学诊断上常有患者主诉和患者检查所见，主诉即主观感觉，检查所见即客观现象。主观感觉可受社会因素、心理因素的影响，难以判断。而客观指标较少受心理状态的影响，较容易控制信息偏倚，应用价值较大。

4）指标的精确性：指标的精确性包括两个意思：准确度指观察值与实际的接近程度，也称指标的真实性；精密度指重复观察时，观察结果的一致程度或接近程度，也称指标的可靠性。如果一个指标有几种测定方法，应选择其中最精密的一种。

5）指标的灵敏性：指标的灵敏性指检出实验效应的微量变化。如观察细胞的亚微结构必须用电镜；欲观察体内微量金属元素，可采用极谱法、原子吸收分光光度法等。

（二）实验设计的原则

1. 对照原则　实验研究必须设置对照，设立对照组有利于控制实验条件，减少或消除非处理因素对实验结果的干扰。为此，要求实验组和对照组在一些可能影响实验效

应的非处理因素上保持均衡，这样才能正确判断所观察到的实验效应中有多少可以归因于研究因素。实验研究中常用的对照形式有：

（1）空白对照：对照组不施加任何处理因素。例如，观察维生素 A 的防癌作用，实验组的石棉矿工人每天口服一定剂量的维生素 A，对照组的石棉矿工人不服维生素 A，处理因素完全空白。追踪观察一定时期后，比较两组工人癌症的发生率。空白对照简单易行，但容易引起实验组与对照组在心理上的差异，从而影响实验效应的测定。

（2）安慰剂对照：对照组采用一种无药理作用且对受试者无害的制剂，它在剂型或处置上与实验药物相似，不能为受试者识别，称为安慰剂。使用安慰剂有助于避免对照组患者产生与实验组患者不同的心理作用。

（3）实验对照：对照组不施加处理因素，但施加某种与处理因素有关的实验因素。如赖氨酸添加试验中，实验组儿童的课间餐为加赖氨酸的面包，对照组为不加赖氨酸的面包。这里面包是与处理因素有关的实验因素。两组儿童除是否添加赖氨酸外，其他条件一致，这样才能显示和分析赖氨酸的作用。

（4）标准对照：用现有标准方法或常规方法做对照。这种对照在临床试验中用得较多，因为很多情况下不给患者任何治疗是不符合医德的。

2. 重复原则　重复是指各处理组及对照组的例数（或实验次数）要有一定的数量。如果例数太少，有可能把个别情况误认为普遍情况，把偶然或巧合的现象当作必然的规律性现象，以致实验结果错误地推广到群体。但例数太多或实验次数太多，会增加严格控制实验条件的困难，造成不必要的浪费。为此，应该在保证实验结果具有一定可靠性的条件下，确定最少的样本例数，以节约人力和经费。

3. 随机化原则　随机是指总体中每一个体均有同等的机会被抽取作为研究观察对象或每一受试对象有同等机会被分配到不同处理组。在实验研究中，不仅要求有对照，还要求各组间除了处理因素外，其他可能产生混杂效应的非处理因素尽可能保持一致，即均衡性要好。贯彻随机化原则是提高组间均衡性的一个重要手段。

4. 盲法原则　在实验研究中，研究者或研究对象的主观因素常常会对实验效应的判断产生影响，为减少这种由于主观因素导致的信息偏倚，实验过程中应采用盲法收集资料，特别是在以主观或半客观指标作为效应指标的实验研究中尤其有必要采用盲法。所谓盲法，是指在整个实验过程中，使研究者或（和）研究对象不知道每个研究对象所属组别。

单盲是指研究者知道分组情况，研究对象不知道自己属于哪一组。这种盲法的优点是研究者可以更好地观察了解研究对象，缺点是避免不了研究者方面所带来的偏倚。双盲是指研究者和研究对象都不知道每个受试者被分配到哪一组。需要有第三者来负责安排、控制整个试验。这种盲法主要用于药物临床试验研究。三盲是不仅研究者和研究对象不了解分组情况，而且负责资料搜集和分析的第三者也不了解分组情况。这样可以更客观地评价反应情况。

三、实验实施与结果评价

（一）实验实施

1. 确定研究目的　研究目的是指研究要解决的问题，是验证病因假设还是评价某种措施或药物的效果等。要注意，一次试验最好只解决一个目的，如果目的过多，则措施分散，研究力量难以集中，可能达不到预期目的。

2. 确定研究对象　无论何种试验研究，原则上研究对象应该尽可能从实验研究的受益者中选择。如果是现场实验，应该在预期发病率较高的人群中进行。在临床试验中，选择病例要有统一的、公认的诊断标准且代表性好。

3. 确定实验现场　一般选择某病的高发地区作为实验研究现场，这样比较容易观察到干预措施的效果，缩短研究周期。另外，最好选择有一定工作基础的地区，这些地区的领导重视、政府支持、群众合作，便于现场组织工作，有利于研究工作的顺利进行。

4. 确定样本大小　合适的样本含量是保证统计推断有效性的基础。合适的样本大小指的是在实验结束时实验组与对照组比较指标可能获得显著差异所需要的最少人数。

5. 设立对照组　通过设立对照组可以获得研究指标的数据差异，便于判定研究因素的效应。

6. 随机化分组　在实验研究中，随机化是一项极为重要的原则。只有进行随机化分组，才使每个研究对象都有同等的机会被分配到各组中去，以平衡实验组和对照组已知和未知的混杂因素，从而提高两组的可比性，避免造成偏倚。

（二）实验效果的主要评价指标

1. 评价治疗措施效果的主要指标

$$有效率=\frac{治疗有效例数}{治疗的总例数}\times100\%，治愈率=\frac{治愈人数}{治疗人数}\times100\%$$

2. 评价预防措施效果的主要指标

$$保护率=\frac{对照组发病率-实验组发病率}{对照组发病率}\times100\%，效果指数=\frac{对照组发病率}{实验组发病率}$$

练习题

1. 简述现况研究的分类、实施、常见偏倚及其控制。
2. 比较病例对照研究和队列研究各自的优缺点。
3. 简述实验研究的基本原则。
4. 简述实验研究的基本要素。

（王丽华）

第十五章　疾病的预防控制

★**学习要求**

掌握：传染病流行过程的三个环节，疫源地的消灭需要具备的条件，传染病的控制措施。

熟悉：常见传染病的预防控制要点，我国的计划免疫方案，预防接种技术操作要点。

了解：常见慢性非传染性疾病（肥胖症、高血压、糖尿病、心血管疾病和恶性肿瘤）的流行概况、危险因素及预防控制措施。

第一节　传染病的预防与控制

案　例

某县C村共有村民64户，351人。某年6月1日至7月5日共发生腹泻患者252例，罹患率高达71.79%，年龄最大的80岁，最小的2个月，15岁以上的罹患率为68.12%，15岁以下为78.69%。主要症状为腹泻、腹痛、恶心、呕吐等。病程短暂，一般3~4 d即恢复健康。经调查全村351人均饮用井水，全村有7口井，多数人饮用1号与2号井水，饮用者罹患率为77.81%；而饮用其他井水者为25%，两组差异有高度统计学意义（$\chi^2=48.8$，$P<0.01$）。病前有饮冷水习惯者罹患率为81.45%；无此习惯者仅为39.5%，两组差异有高度统计学意义（$\chi^2=50.9$，$P<0.01$）。于发病后10 d采水样，从水源中分离到1株大肠杆菌。

你认为这次大肠杆菌引起的腹泻流行面貌呈现什么型？它的传播途径是什么？如何进行病因学调查？怎样控制及消灭这类腹泻病？

一、传染病概述

（一）感染性疾病与传染病

1. 感染性疾病　感染是指病原体与机体之间相互作用所表现的过程，此过程是在个体中发生的，是一种纯生物学现象。

感染总数和病原体联系在一起，引起感染的病原体很多，由病原体感染而导致发生

的疾病称感染性疾病，这是人类疾病谱中一类数量庞大的疾病，包括非传染性的感染性疾病和传染病两大类。

2. 传染病　传染病是指由病原体（或它们的毒性产物）感染人体后具有传染性、在一定条件下可以造成流行的感染性疾病。病原体及其产物可以通过感染的人、动物或储存宿主直接或间接传染给易感宿主。

（二）传染病发生的条件

传染病的发生有两个最基本的条件，即病原体和宿主。

病原体是能够引起疾病的微生物和寄生虫的总称，包括病原微生物（如病毒、衣原体、立克次体、细菌、真菌、螺旋体）和寄生虫（如原虫、蠕虫等）。病原体侵入人体后能否引起疾病，一方面与人体自身免疫力有关，另一方面也取决于病原体致病性的强弱和侵入数量。一般病原体数量越多，发病的可能性越大。致病性较弱的病原体，需较大的数量才有可能致病。少数微生物致病性相当强，少量感染即可致病，如鼠疫杆菌、天花病毒、狂犬病病毒等。

宿主是能给病原体提供营养和场所的生物，包括人和动物。一些病原体（如伤寒杆菌、痢疾杆菌）只感染人，而有些病原体可能有许多宿主，如狂犬病病毒可寄生在狗、狼、猫等动物体内。宿主不只是被动地接受病原体的损害，而且主动产生抵制、中和外来侵袭的能力。如果宿主的抵抗力较强，病原体就难以侵入或侵入后迅速被排出或消灭。宿主排出病原体的方式可有多种，常通过呼吸道、消化道、皮肤和血液（吸血昆虫叮咬）排出。

（三）传染病流行过程的三个环节

传染病的流行过程是指病原体从感染的机体排出，经过一定的传播途径，又侵入新的易感者造成新的传染，不断地发生、发展的过程。传染病的流行必须具备传染源、传播途径和易感人群三个基本环节。

1. 传染源　传染源是指体内有病原体生长、繁殖并能排出病原体的人和动物。传染源有三种，即传染病患者、病原携带者、受感染的动物。

（1）传染病患者：患者是极其重要的传染源。患者能排出病原体的整个时期称传染期，是决定患者隔离期限的重要依据。

传染期按病程的发展过程可分为潜伏期、临床症状期和恢复期。

1）潜伏期：自病原体侵入机体至最早出现临床症状这段时间称潜伏期，是检疫工作观察、留验接触者的重要依据。

2）临床症状期：即出现该病特异性症状和体征的时间，传染性最强。

3）恢复期：有些传染病临床症状消失一段时间后体内仍可以排出病原体，如乙肝、痢疾、伤寒等。

（2）病原携带者：是指感染病原体而无临床症状但能排出病原体的人。一般可分为潜伏期、恢复期及健康病原携带者三种。病原携带者因缺乏症状而不易被发现，且能自由活动，可成为重要的传染源，甚至引起疾病的暴发。他们作为传染源的意义大小，不仅取决于排出病原体数量的多少和携带病原体时间的长短，更重要的是取决于携带者的职业性质、活动范围和个人生活习惯等。

（3）受感染的动物：人对部分动物传染病也有易感性，因此受感染的动物也可以成为传染源。由受感染的动物传播的传染病称动物源性疾病，又称人畜共患病。

2. 传播途径　病原体从传染源排出至侵入新宿主，在外界环境中所经历的行径，称传播途径。病原体在外界环境中所依附的各种媒介，如空气、水、食物、手、蝇及日常生活用品等称传播因素。一种传染病可通过一种或多种途径传播，不同传播途径的传染病具有不同的流行特征。

（1）空气传播：主要传播呼吸道传染病，可分为飞沫传播、飞沫核传播和尘埃传播。

经空气传播传染病的流行特征：①传播广泛、迅速；潜伏期短，多出现暴发趋势。②传播途径容易实现，成人多已受感染获得免疫力，故患者多为儿童，患者多为传染源周围的易感人群。③有季节性高峰，以冬春季多见。④流行强度与人口密度、居住条件及易感人群的多少有关。⑤常在高危人群中出现周期性升高。

（2）经水传播：许多肠道传染病、人畜共患病及某些寄生虫病可经水传播，可分为经饮水传播和经疫水传播两种方式。

1）经饮水传播传染病的流行特征：①病例的分布与供水范围分布一致。②各年龄、性别、职业的人均可发病。③常呈暴发流行，若水源经常受污染，发病可呈地方性。④停用被污染的水或水经净化后，暴发即可平息。

2）经疫水传播传染病的流行特征：①患者有接触疫水史。②呈现地方性或季节性。③多见于与疫水接触机会多的年龄、性别与职业人群。④大量易感人群进入流行区，可致暴发流行。⑤加强疫水管理和个人防护后可控制疾病的发生。

（3）食物传播：所有肠道传染病、某些寄生虫病、个别呼吸道传染病（如白喉、结核病）及人畜共患病（如炭疽病）均可经食物传播。

经食物传播传染病的流行特征：①患者有食用某种污染食物史，不食者不发病。②易形成暴发，累及人数与食用污染食物的人数有关。③多发生于夏秋季，一般不形成慢性流行。④停止供应污染食物暴发即平息。

（4）接触传播：包括直接接触传播和间接接触传播。直接接触传播是指在没有任何外界因素参与下，传染源与易感者直接接触而引起疾病的传播，如性病、狂犬病等。间接接触传播是指易感者因接触被传染源排泄物、分泌物所污染的某些物品（如衣服、手帕、玩具等）而造成的传播，又称日常生活接触传播。多种肠道传染病、某些呼吸道传染病、人畜共患病、皮肤传染病等均可经此途径传播。间接传播的流行病学意义与病原体在外环境中的抵抗力、日常消毒制度、人们的卫生知识水平及卫生习惯等有关。

（5）虫媒传播：为节肢动物叮咬吸血或机械性携带而传播。例如，苍蝇能通过机械性携带传播的方式传播伤寒、细菌性痢疾等肠道传染病；鼠疫、斑疹伤寒、疟疾等疾病可经吸血节肢动物叮咬吸血时传播。

经虫媒传播传染病的流行特征：①有一定地区性，一般仅局限于传播该病的节肢动物的分布地区。②有明显的季节性，病例季节性升高与媒介昆虫繁殖活动的季节一致。③某些传染病具有职业特点，如森林脑炎多见于伐木工人及野外作业的工人。④发病有年龄特点，老疫区病例多见于儿童，新疫区病例无年龄差异。⑤人与人之间不直接传

播。

（6）土壤传播：土壤可因种种原因而被污染，经土壤传播的疾病也较多，如某些肠道传染病、寄生虫病、人畜共患病和呼吸道传染病等。

经土壤传播传染病的流行特征：①患者有接触土壤的历史。②发病与病原体在土壤中的存活力有关。③与个人卫生和防护有关。

（7）医源性传播：指在医疗及预防工作中引起的某种传染病的传播。一般分两类：①易感者在接受治疗、预防及各种检测时，由污染的器械、针筒、针头、导尿管等而引起的传播，如乙肝、艾滋病等。②由生物制品或药品受污染而引起的传播，如输血造成的传播。

（8）垂直传播：病原体通过母体传给子代的途径称垂直传播，亦称母婴传播。包括：①经胎盘传播，即受感染的孕妇经胎盘血液将病原体传给胎儿引起宫内感染。②上行性传播，即病原体从孕妇阴道到达绒毛膜或胎盘引起胎儿宫内感染。③分娩时引起传播，即分娩过程中胎儿在通过严重感染的孕产道时可被感染。

3. 易感人群　人群作为一个整体对传染病易感的程度称人群易感性。对某一传染病缺乏特异性免疫力的人称易感者。

人群易感性升高的主要原因：①新生儿的增加，出生后 6 个月以上未经人工免疫的婴儿，由于体内缺乏特异性免疫力而对许多传染病都易感。②易感人口的迁入。③免疫人口的死亡。④免疫人口免疫力自然消退。⑤病原体变异。

人群易感性下降的主要原因：①预防接种，对易感人群施行人工免疫是降低人群易感性最积极的方法。②流行后免疫人口增加。③隐性感染后免疫人口增加。

（四）疫源地

疫源地是指传染源及其排出的病原体向周围传播所能波及的地区。一般把范围较小的疫源地或单个传染源所构成的疫源地称疫点，范围较大的疫源地或若干疫源地连接成片的称疫区。

疫源地的消灭需要具备三个条件：①传染源已治愈或迁走（住院或死亡）。②传染源排至外环境中的病原体被彻底消灭。③所有易感的接触者已度过该病的最长潜伏期而无发病或感染。

（五）影响传染病流行过程的因素

传染病的流行过程受自然因素和社会因素的影响和制约。

社会因素包括社会制度、经济文化、风俗习惯、宗教信仰、卫生设施等因素。社会因素对传播途径的影响最明显，人们固有的某些饮食习惯（如广东居民吃生鱼粥的习惯）为传染病的传播提供条件。社会因素对易感人群最明显的作用是计划免疫与预防接种。计划免疫可显著提高人群免疫水平，使许多传染病得到明显的控制。同时，开展群众性的卫生运动、对饮水和食品实行卫生监督与立法，加强粪便、垃圾的卫生管理，改善城乡卫生面貌，致使许多传染病的传播途径得到控制。

自然因素包括气候、地理、生态等。自然地理环境决定了当地的气候、生态条件，直接影响到动物传染源的生长繁殖及活动分布，媒介生物的种类及其繁衍，从而使某些传染病有明显的地方性。

在影响流行过程的因素中，社会因素较自然因素对流行过程的发生、发展与消失有更重要的作用。

（六）传染病预防控制的策略与措施

1. 策略　对传染病的预防性措施是针对可能存在病原体的环境或可能受病原体威胁的易感人群所采取的预防性措施，可以通过改善卫生条件、计划免疫、预防接种、加强国境卫生检疫的手段达到预防传染病的目的。

2. 措施

（1）对传染源的措施：

1）传染病患者及病原携带者：要做到早发现、早诊断、早报告、早隔离和早治疗。医务人员一旦发现传染病，应在规定的时间内向卫生行政部门规定的卫生防疫机构报告，并做好疫情登记。

现在执行的《中华人民共和国传染病防治法》由中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议于2004年8月28日修订通过，自2004年12月1日起施行，新修订的法定传染病分甲、乙、丙三类，共37种。

甲类传染病：鼠疫、霍乱。

乙类传染病：传染性非典型肺炎、艾滋病、病毒性肝炎、脊髓灰质炎、人感染高致病性禽流感、麻疹、流行性出血热、狂犬病、流行性乙型脑炎、登革热、炭疽、细菌性和阿米巴性痢疾、肺结核、伤寒和副伤寒、流行性脑脊髓膜炎、百日咳、白喉、新生儿破伤风、猩红热、布鲁菌病、淋病、梅毒、钩端螺旋体病、血吸虫病、疟疾。

丙类传染病：流行性感冒、流行性腮腺炎、风疹、急性出血性结膜炎、麻风病、流行性和地方性斑疹伤寒、黑热病、包虫病、丝虫病，除霍乱、细菌性和阿米巴性痢疾、伤寒和副伤寒以外的感染性腹泻病。

2）对动物传染源的措施：有经济价值的动物，应隔离治疗。对无经济价值的感染动物，如鼠类等可进行杀灭等处理。

3）对接触者的措施：易感者曾接触过传染源，可能已感染而处于潜伏期，应对其进行检疫，检疫期限相当于该病的最长潜伏期，从最后接触之日算起。

a. 应急预防接种：对潜伏期较长的传染病，其接触者可进行预防接种。

b. 药物预防：对某些传染病的密切接触者可采用药物预防。

c. 隔离或留验：对甲类传染病及乙类传染病中传染性非典型肺炎、炭疽和人感染高致病性禽流感的接触者应严格隔离或收留在检疫机构所指定的地点，限制其活动范围。

d. 医学观察：对乙类和丙类传染病接触者可不限制接触者的日常活动，但应进行体检、测量体温，进行病原学检查及其他必要处理。

（2）对传播途径的措施：最常用的卫生措施是消毒。消毒是指用化学、物理、生物的方法消除和杀灭环境中的病原体。可分为预防性消毒与疫源地消毒。

1）预防性消毒：指发现传染源之前进行的消毒，如饮水消毒、空气消毒、乳品消毒等。

2）疫源地消毒：即对现有或曾有传染源的场所和物品进行消毒，目的是杀灭由传

染源排出的病原体。疫源地消毒又可分为随时消毒与终末消毒。

a. 随时消毒：指疫源地有传染源存在时，随时对其排泄物、分泌物进行消毒。

b. 终末消毒：指传染源已迁走（住院、死亡、痊愈等）对疫源地进行一次彻底消毒，以消除遗留在外界环境中的病原体。

（3）对易感者的措施：

1）健康教育：对群众广泛开展相关传染病的知识介绍，让群众了解传染病的基本知识而获得有效的自我保护的能力。

2）免疫接种：如麻疹、白喉发生局部流行时，对易感者进行应急的被动免疫可有效控制疾病流行。

3）药物预防：某些传染病流行时，可给予药物预防，如用金刚烷胺预防流行性感冒。

（七）计划免疫与预防接种

1. 预防接种　预防接种即将生物制品接种于机体，使之产生特异性免疫力，从而提高人群免疫水平，预防传染病的发生和流行。预防接种的种类有以下三种。

（1）人工自动免疫：将免疫原性物质接种人体，使人体自行产生特异性免疫称人工自动免疫。自动免疫制剂有三种，包括：①活疫（菌）苗：由无毒或弱毒病原体制成。其优点是能在机体内繁殖，可长时间刺激机体产生抗体，接种量小，接种次数少，如卡介苗、麻疹活疫苗。②死疫（菌）苗：将免疫原性强的病原体灭活后制成，如百日咳菌苗等。它无须减毒，生产过程简单，易于保存，有效期长，但免疫效果较差，接种量大。③类毒素：将细菌外毒素解毒，成为无毒而仍保留免疫原性的制剂，接种次数少，反应小，产生抗体持续时间长，是比较理想的自动免疫制剂，如白喉类毒素、破伤风类毒素等。

（2）人工被动免疫：人工被动免疫是指以含抗体的血清或制剂接种人体，使人体获得现成的抗体而受到保护。常用的有：①免疫血清：用毒素、病毒、细菌免疫动物后提取的含有特异性抗体的血清称抗毒素，主要用于治疗，接种后可很快获得免疫力，但维持时间短，且易引起过敏反应。②免疫球蛋白：由人血液、脐带血或胎盘提取制成，可防治麻疹、甲肝等。

（3）被动自动免疫：在实施被动免疫的同时，进行疫苗接种，使机体迅速获得自身特异性抗体，产生持久的免疫力。

2. 计划免疫　计划免疫的目标是使易感人群中相当大部分的人在生命的早期，即在有暴露于病原微生物的可能性之前就获得免疫接种。

我国目前施行的计划免疫主要是对七周岁及以下儿童进行的基础免疫及加强免疫，计划疫苗包括卡介苗、乙肝疫苗、脊髓灰质炎疫苗、百白破疫苗及白破疫苗、麻疹疫苗，此五种疫苗简称“五苗”。在部分地区省级人民政府可增加对乙型脑炎、流行性脑脊髓膜炎等的免疫接种工作。这些国家免疫规划确定的疫苗，省级人民政府在执行国家免疫规划时增加的疫苗，以及县级以上人民政府或者其卫生行政部门组织的应急接种或者群体性预防接种所使用的疫苗，属于第一类疫苗，国家免疫规划疫苗免疫程序见表15-1。

表 15－1　国家免疫规划疫苗的免疫程序

年（月）龄	卡介苗	脊髓灰质炎疫苗	百白破混合制剂	麻疹疫苗	乙型肝炎疫苗
出生 24 h	初种				1 次
1 月龄					2 次
2 月龄		1 次			
3 月龄		2 次	1 次		
4 月龄		3 次	2 次		
5 月龄			3 次		
6 月龄					3 次
8 月龄				初种	
1.5～2 周岁			加强		
4 岁		复种			
7 岁	复种		白类加强	加强	加强
12 岁	复种（农村）				

（八）新时期传染病流行特点及其防制对策

新发现传染病是指由新种或新型病原微生物引发的传染病。例如，艾滋病、疯牛病、禽流感、传染性非典型肺炎，并且包括死灰复燃的、重新对人类健康构成威胁的传染病，如血吸虫病、结核病等。在我国发生流行的新传染病有 14 种。

1. 新发现传染病概况　自 20 世纪 70 年代中期，特别是 80 年代以来，直到进入 21 世纪，不断发现和确认的新传染病已有 40 余种。有许多新的传染病的危害也引起了人们的高度重视，如传染性非典型肺炎对人类的突袭，艾滋病的迅速增长蔓延，埃博拉出血热、疯牛病的高致死率等。

2. 新发现传染病的流行特征

（1）流行范围广、影响因素多：大多数新发传染病的流行呈全球分布，如传染性非典型肺炎在 32 个国家和地区出现。疯牛病在欧洲 22 个国家流行。

（2）传染性强、传播方式复杂：埃博拉出血热、传染性非典型肺炎等疾病主要通过飞沫传播，西尼罗病毒脑炎可经蚊子叮咬传播。

（3）与动物关系密切：马尔堡出血热、拉萨热、西尼罗病毒脑炎等病原体的宿主多是野生动物，莱姆病、流行性出血热等病原体的宿主是鼠类，猫抓病、疯牛病、禽流感等疾病与畜禽有关。

（4）病死率高、危害大：埃博拉出血热、汉坦病毒肺综合征、军团菌病、人禽流感等疾病的病死率很高。同时，新发现传染病引起的直接和间接经济损失较大，给人们的生命财产安全带来很大威胁。

（5）病原体多样、防治困难：引起新发现传染病的病原体有细菌、病毒、立克次体、衣原体等，但以病毒性传染病居多，给防治工作带来较大困难。

二、常见传染病的预防控制要点

（一）结核病

结核病是以呼吸道传播为主的慢性传染病，是由结核杆菌侵入人体后引起的一种慢性传染病，结核杆菌可以侵入人体任何器官，也就是说人体的各种器官都可以发生结核病，但结核杆菌主要通过人体的呼吸道进行传播，所以在人体感染结核杆菌后发生肺结核者占绝大多数。因此，要控制乃至消灭结核病，加强对肺结核患者的治疗与管理，是当前结核病防治工作中的重点。

目前中国结核病年发病人数约为130万，占全球发病的14.3%，位居全球第二位。中国公众结核病防治知识知晓率仅为57%，肺结核患者中有症状者就诊比例仅为47%，患者重视程度不够。而肺结核患者耐药率为6.8%，与其他国家相比仍十分严重。

预防控制肺结核的主要措施有：

（1）勤洗手、多通风、强身健体可以有效预防肺结核。

（2）结核病是呼吸道传染病，主要通过吸入肺结核患者咳嗽、打喷嚏时喷出的飞沫传播。咳嗽喷嚏掩口鼻、不随地吐痰可减少肺结核的传播。

（3）及时发现和治疗肺结核患者是防止肺结核传播的最有效手段。如果咳嗽、咳痰2周以上，应及时到医院诊治，主要检查项目有痰涂片和X线胸片检查，必要时可进行痰培养检查和药敏检查。

（4）肺结核患者要坚持完成全程规范治疗，这是治愈肺结核、避免形成耐药的关键。任何治疗的改变应通过医生决定。

（二）艾滋病

艾滋病的医学全称为获得性免疫缺陷综合征，英文缩写AIDS，是一种危害大、病死率高的严重传染病。艾滋病是可以预防的。目前尚无有效疫苗和治愈药物，但已有较好的治疗方法，可以延长生命，改善生活质量。

根据卫生部和联合国艾滋病规划署、世界卫生组织联合评估结果表明，截至2009年底，我国现存活艾滋病病毒感染者和患者约74万人，其中患者约10.5万人；2009年新发感染者约4.8万人，因艾滋病相关死亡约2.6万人。局部地区和特定人群疫情严重，云南、广西、河南、四川、新疆和广东6省区累计报告感染者和患病人数占全国77.1%。我国在医疗实践中各个检测窗口所显示的数据表明我国艾滋病的感染率在0.05%～0.1%之间，高危人群（性工作者、吸毒人群和男同性恋人群）较高，尤其是男同性恋人群的感染率普遍在10%以上。

我国艾滋病的流行已进入快速增长期，处在从高危人群向一般人群扩散的临界点。如不能及时、有效地控制，将对我国的经济发展、社会稳定、国家安全和民族兴旺带来严重影响。我国预防控制艾滋病的基本原则：预防为主、防治结合、综合治理。主要预防控制措施有：

1. 预防和控制性传播感染　减少与已感染的性伴侣暴露的频度，正确使用质量合格的安全套，及早治疗并治愈性病可大大减少感染和传播艾滋病、性病的危险。洁身自爱、遵守性道德是预防经性接触感染艾滋病的根本措施。

2. 切断性传播以外的其他传播途径　避免不必要的注射、输血和使用血液制品；必要时，使用经过艾滋病病毒抗体检测合格的血液或血液制品，并使用一次性注射器或经过严格消毒的器具。

3. 防止母婴传播　对感染艾滋病病毒的孕产妇及时采取抗病毒药物干预、减少产时损伤性操作、避免母乳喂养等预防措施，可大大降低胎儿、婴儿被感染的可能性。

4. 拒绝毒品　共用注射器静脉吸毒是感染和传播艾滋病的高危险行为，要拒绝毒品，珍爱生命。

5. 治疗现病患者　艾滋病自愿咨询检测是及早发现感染者和患者的重要防治措施。怀疑或感染艾滋病病毒者应到有关医疗机构进行咨询，接受医务人员的指导和治疗。关心、帮助、不歧视艾滋病病毒感染者和患者，鼓励他们参与艾滋病防治工作，是控制艾滋病传播的重要措施。

（三）病毒性肝炎

病毒性肝炎是由肝炎病毒引起的以肝脏损害为主要特征的一组传染性疾病，最常见的病因是病毒感染。有五种主要肝炎病毒，被称为甲、乙、丙、丁和戊型。乙型肝炎和丙型肝炎可使数亿人罹患慢性病，并且二者合在一起是发生肝硬化和肝癌的最常见原因。病毒性肝炎按其传播途径可分为两大类：一类主要经粪—口途径传播，包括甲型和戊型肝炎；另一类是主要经血液传播，包括乙型、丙型和丁型肝炎。

乙型肝炎预防控制的主要措施有：

1. 管理传染源

（1）乙型肝炎患者的管理：乙型肝炎患者确诊后，应及时进行疫情报告，并采取隔离措施，住院治疗者病情稳定后即可出院。乙型肝炎患者要规范治疗、定期检查。

（2）乙型肝炎表面抗原（HBsAg）携带者的管理：乙型肝炎病毒携带者在工作和生活能力上同健康人没有区别。由于乙型肝炎传播途径的特殊性，乙型肝炎病毒携带者在生活、工作、学习和社会活动中不对周围人群和环境构成威胁，可以正常学习、就业和生活。乙型肝炎病毒携带者应定期接受医学观察和随访。

（3）献血人员管理：对义务献血者应严格做到每次献血前体检。

2. 切断传播途径

（1）防止医源性传播：避免不必要的注射、输血和使用血液制品，使用安全自毁型注射器或经过严格消毒的器具，杜绝医源性传播。

（2）阻止母婴传播：将乙型肝炎表面抗原作为产前常规检查项目，对乙型肝炎表面抗原阳性的孕妇设专床分娩，分娩过程中尽量防止损伤胎儿，防止母婴传播。

3. 保护易感人群　新生儿接种乙肝疫苗是预防乙肝的关键。新生儿乙肝疫苗接种已经纳入国家免疫规划管理，免费接种。推广新生儿以外重点高危人群接种乙肝疫苗。

第二节　慢性非传染性疾病预防控制

一、慢性非传染性疾病的概述

（一）慢性非传染疾病的定义

慢性非传染性疾病简称慢性病，不是特指某种疾病，而是对一类起病隐匿、病程长且迁延不愈、缺乏明确的传染性生物病因证据、病因复杂或病因尚未完全确认的疾病的概括性总称。由于该类病主要是随着生活水平的提高，人们生活方式的转变导致机体的不适应，所以又被称为生活方式病。

慢性病防治的目的：在人的生命全程预防和控制慢性非传染性疾病的发生，降低慢性病的患病、早亡和失能，提高患者和伤残者的生活质量。

（二）慢性非传染性疾病的流行现状及危害

1. 全球慢性病流行现状与趋势　目前世界各国慢性非传染性疾病负担迅速增加，这对全球公共卫生提出了一项重大挑战。据世界卫生组织第 57 届大会及 2004 年世界卫生报告：2002 年全球死亡人数达五千多万，其中以心血管病、糖尿病、肥胖症、癌症和呼吸系统疾病为代表的慢性非传染性疾病已占总死亡的 58.8%，占全球疾病负担的 46.8%，并预计到 2020 年将分别上升到 73% 和 60%。慢性非传染性疾病造成的死亡有 66% 发生在发展中国家，并且受影响的人群的平均年龄比发达国家的人群更为年轻。目前在全世界，慢性病是死亡和丧失劳动力的主要原因。

2. 我国慢性病的流行概况　随着社会经济的发展和人民生活水平的提高，我国的疾病谱也随之发生着变化，以心脑血管疾病、肿瘤、糖尿病等为代表的慢性非传染性疾病已成为严重危害我国人民健康的重要公共卫生问题。1997 年全国死因顺位统计，恶性肿瘤、脑血管病、心脏病为城镇居民的前三位死因，占总死因的 62.11%。我国慢性病造成的早死占全国潜在寿命损失的 63.00%。可见，我国正面临着慢性病的严重挑战。随着平均寿命的延长、老龄人口的增加、传染病的进一步控制和死亡率的下降，以及城市化、工业化等导致慢性病危险因素的增加和生活水平行为方式的变化，提示我国慢性病在今后一段时间将继续呈上升的趋势。慢性病发病率的上升带来居民对卫生服务需求和卫生服务利用的增加，成为卫生费用过度增长的主要因素，如不及时采取有效措施预防及控制慢性病，将对我国国民经济造成巨大影响。

二、心脑血管疾病

心脑血管疾病是指心脏和动脉血管发生硬化而引起心脏和脑缺血或出血的疾病，是脑血管疾病和心血管疾病的总称。心脑血管疾病中，以脑卒中和冠心病的发病率、致残率和死亡率最高。据世界卫生组织 2000 年统计报告，全世界每年有 1 670 万人死于心脑血管疾病，占总死亡人数的 30%。我国近年来心脑血管疾病的死亡率均居前几位，2002 年脑血管病所致的死亡在城市和农村均排在死亡原因的第二位（分别为 17.49% 和

17.31%），死亡率分别是100.61/10万和70.64/10万。

（一）心脑血管疾病的流行特点

1. 地区分布　心脑血管疾病虽已成为很多国家的首位死因，但不同国家和地区，其病种的分布则有差异。荷兰、美国、芬兰、澳大利亚、新西兰等国家，以冠心病的死亡率居高，而我国和日本则以脑卒中为主。我国冠心病死亡率北方高于南方，城市高于农村；我国脑卒中发病率由东南向西北递增，东北地区发病率最高，并且城市明显高于农村。

2. 时间分布　心脑血管疾病随着时间的推移发病率呈现上升趋势。发达国家的心脑血管疾病的发病率和死亡率呈下降趋势，发展中国家的心脑血管疾病现已成为人群死亡的首要原因。我国近年来冠心病的发病率和死亡率在波动中呈升高趋势。

3. 人群分布

（1）年龄：心脑血管疾病可发生于任何年龄层，是中老年人的好发疾病，并随年龄增长其发病率、患病率和死亡率均上升。

（2）性别：一般认为冠心病、脑卒中的发病率，男性明显高于女性，绝经后的老年女性，其发病率却接近男性。

（3）职业：心脑血管疾病的发生与职业有关。从事脑力劳动，特别是高度精神紧张的职业人群，其心脑血管疾病的发病率均高于其他人。

（4）民族：不同民族间心脑血管疾病的发生情况也是不相同的。

（二）心脑血管疾病的主要危险因素

1. 高血压　高血压是冠心病最普遍、最具有决定意义的一个独立危险因素。

2. 心脑血管病史及短暂性脑缺血发作　心脏病是公认的脑卒中的重要危险因素。短暂性脑缺血发作与脑梗死关系密切。

3. 脂质和脂蛋白　当血清胆固醇、低密度脂蛋白升高时，增加冠心病及急性心肌梗死的发病率及死亡率。

4. 肥胖　肥胖尤其短期内体重迅速增加者，常伴有高血压、高血脂及高胆固醇血症，是冠心病的易患因素。

5. 糖尿病及肾脏疾病　糖尿病患者较非糖尿病患者冠心病的发病率高2~4倍，且发病早、病变范围广。在糖尿病患者中，脑卒中的发病率也有明显增高。

6. 生活方式

（1）吸烟：吸烟与心脑血管疾病的发生存在剂量反应关系。大量吸烟的男性发生心脑血管疾病的危险性几乎是非吸烟人群的3倍。吸烟是心肌梗死、心绞痛和冠心病猝死的主要危险因素。

（2）饮食：高热量、高饱和脂肪酸摄入过多，是导致动脉硬化的重要因素，使心脑血管疾病的发病率增高。高盐饮食（特别是高钠、低钾、钙摄入不足）可增加高血压的患病危险，也使患冠心病和脑卒中的危险性增高。

（3）大量饮酒：大量饮酒不仅能使血压升高，而且使血凝时间缩短，促进血栓形成，使冠心病的相对危险度上升。在动脉硬化的基础上，大量饮酒伴情绪激动、血压升高，可导致脑卒中危险性升高。

（4）缺乏体育锻炼：冠心病的发病率，一般是脑力劳动者高于体力劳动者，轻体力劳动者高于重体力劳动者。

7. 其他因素　家族史、社会心理因素和性格特征均与冠心病有关。

（三）心脑血管疾病的预防控制

1. 一级预防

（1）健康教育：心脑血管疾病的发生大部分与不良的行为生活方式有关，所以健康教育是心脑血管疾病第一级预防的重要环节。

（2）行为干预与控制：《维多利亚宣言》中提出心脏健康四大基石为合理膳食、戒烟限酒、适量运动和心理平衡。

心脑血管疾病行为干预措施包括：①限制食盐摄入量，每日以 3 ~ 5 g 为宜。②劝阻吸烟和限制饮酒，每日饮酒量不超过 50 mL（一两白酒）。③经常参加适当的体育活动，对控制体重、增加心血管的功能和改善呼吸功能有很大益处。④提倡合理膳食，减少热量和饱和脂肪酸的摄入，膳食中多不饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸及饱和脂肪酸的适宜比例是 1:1:1；宜多食豆类及其制品，增加蔬菜和水果的摄入，它们不仅是无机盐、维生素和膳食纤维的良好来源，也有利于控制体重。

2. 二级预防　这是对高危人群的预防。基本措施是定期体检，以早发现、早诊断并早治疗心脑血管疾病患者，对心血管病的高危人群要建立健康档案，进行定期检查和随访。

3. 三级预防　对心脑血管疾病患者采取各种有效治疗措施，预防并发症，减少残疾，并进行心理和功能康复治疗。

三、糖尿病

糖尿病是由遗传因素和环境因素长期相互作用所导致的一种胰岛素作用不足引起的以血糖增高为突出表现的慢性全身性内分泌代谢疾病。糖尿病已成为继冠心病和肿瘤之后的第三位“健康杀手”。

随着社会经济水平的提高和生活方式的改变，发展中国家糖尿病患病率逐年上升，超过 80% 的糖尿病死亡发生在低收入和中等收入国家。据统计，2007 年全球约有 2.46 亿糖尿病患者，预计到 2030 年将上升到 3.8 亿。根据中华医学会糖尿病学分会 2007 ~ 2008 年间的调查结果，我国 20 岁以上成人糖尿病患病率为 9.7%，估计我国受糖尿病影响的人群达到了 9 300 万人，我国可能已成为世界上糖尿病患病人群最多的国家。

（一）糖尿病的流行特征

1. 地区分布　糖尿病广泛分布于世界各地，其发病率在不同国家和地区有较大的差别。发达国家的发病率高于不发达国家。

2. 人群分布

（1）年龄分布：1 型糖尿病多发生于青少年及儿童。2 型糖尿病大多见于 40 岁以后的中老年人。

（2）性别分布：在欧美国家，女性患病率高于男性，我国男性糖尿病发病率高于女性。

（3）职业分布：一般来说脑力劳动者高于体力劳动者。

（4）民族分布：不同民族间及同一地区不同民族间糖尿病患病率也有明显差别。

3. 时间分布　糖尿病在全球正处于快速上升的时期。我国已经成为全球糖尿病患病率增长速度最快的国家之一，患病人数仅次于印度，居世界第二。

（二）糖尿病的危险因素

目前对糖尿病的病因和发病机制尚未充分了解，比较公认的危险因素有：

1. 自身免疫因素　研究发现，90% 的 1 型糖尿病新发病例血液中有胰岛素细胞自身抗体和谷氨酸脱羧酶抗体，这些抗体与特定补体结合从而激发自身免疫。此外，在 1 型糖尿病发病中，细胞免疫也起重要作用。

2. 遗传因素　2 型糖尿病存在很强的家族聚集性。有家族史比无家族史者更易发生并发症，并且预后更差。遗传因素在 2 型糖尿病病因学中的作用尤其重要，因此备受关注。中国人的 2 型糖尿病遗传度为 51.2% ~73.8%，一般高于 60%；而 1 型糖尿病遗传度为 44.4% ~53.7%，低于 60%，可见 2 型糖尿病具有更强的遗传倾向。

3. 超重或肥胖因素　肥胖是发生 2 型糖尿病的一个重要危险因素。大量调查表明，BMI 与糖尿病的发生呈正相关，肥胖本身存在着高胰岛素血症和胰岛素抵抗。2004 年 11 月 14 日是第 14 个世界糖尿病日，活动的主题是“糖尿病与肥胖”，口号是“战胜肥胖，预防糖尿病”，旨在提醒大众重视超重、肥胖和糖尿病之间的密切联系。

4. 高能饮食　高能饮食是引起糖尿病的重要危险因素。日本相扑运动员每日热能摄入量比普通人高一倍以上，他们中有 40% 的人发展为糖尿病。关于碳水化合物与糖尿病的关系尚有争议。此外，体力活动减少本身可导致组织对胰岛素的敏感性下降。许多研究发现体力活动不足可增加糖尿病发病的危险，活动最少的人与最爱活动的人比，2 型糖尿病的患病率相差2 ~6倍。若能量摄入增加和缺乏体力活动二者同时存在，则常导致肥胖，促使 2 型糖尿病的发生。

5. 其他因素　原发性高血压、高血脂、妊娠糖尿病患者及子宫内和生命早期营养不良的人群是发生 2 型糖尿病的高危人群。另外，认为某些病毒感染（如柯萨奇病毒、腮腺炎病毒、巨细胞病毒）与 1 型糖尿病发病有关。

（三）糖尿病的预防控制

1. 一级预防　对象是一般人群，措施包括：

（1）健康教育：通过健康教育和健康促进手段，提高全社会对糖尿病危害的认识。

（2）行为干预与控制：提倡健康的行为生活方式，提倡膳食平衡，加强体育锻炼和体力活动。

（3）预防和控制肥胖：对有高血压、高血脂的个体，要注意控制体重，特别注意控制脂肪和食盐的摄入量。

2. 二级预防　针对糖尿病高危人群和个体，通过筛查尽量做到早发现、早诊断和早治疗，以达到预防糖尿病及其并发症的发生和进展。

3. 三级预防　对已诊断的糖尿病患者，除了控制血糖，还要同时控制其并发症的发生。并通过健康教育提高患者对糖尿病的认识，采取合理的治疗手段，进行血糖的自我监测，通过规范的药物治疗、饮食治疗和体育锻炼，控制血糖稳定，预防并发症的发

生，提高生命质量。

四、恶性肿瘤

恶性肿瘤是由100多种不同部位的肿瘤组成的一类疾病，已成为危害人类生命和健康的常见病、多发病。估计到2015年，全世界肿瘤死亡者可达900万，发病者可达1 500万，其中2/3将发生在发展中国家。在许多发达国家，恶性肿瘤死亡仅次于心脏病，位居死因顺位前列。在我国恶性肿瘤也已列入前三位死因。

（一）恶性肿瘤的流行特征

1. 地区分布　恶性肿瘤在世界各国分布广泛，但在不同国家、不同地区和不同民族各类恶性肿瘤的发病率和死亡率存在很大的差别。

2. 时间分布　肿瘤发病存在长期变化趋势。无论是发达国家还是发展中国家，恶性肿瘤（除宫颈癌和食管癌）的发病和死亡均呈明显逐年上升的趋势。我国癌症发病率（或死亡率）总体呈上升趋势。

3. 人群分布　任何年龄均可患癌症，一般随年龄增长，癌死亡率上升，老人发生癌症的危险性最高。各年龄组有其特有的高发癌症。性别发病亦有差别，一般除女性特有癌症外，癌症发病率男性高于女性，约为1.99∶1。恶性肿瘤的种族差异十分明显。不同种族间某些癌症的分布可能不同。例如，鼻咽癌多见于中国的广东方言人群，原发性肝癌多见于非洲班图人，皮肤癌与不同人种皮肤色素沉着多少有关。

（二）恶性肿瘤的危险因素

1. 环境理化因素　世界卫生组织的调查资料表明，80%～90%的癌症与环境有关，其中最主要的是化学因素。

（1）化学因素：环境中的化学致癌物主要来自烟草、食品、药物、饮用水，以及工业、交通和生活污染等。

（2）物理因素：主要有电离辐射、紫外线等。

（3）生物因素：常见的是病毒、细菌和寄生虫感染。

2. 行为生活方式　吸烟、饮酒、饮食等，吸烟是恶性肿瘤的罪魁祸首，吸烟与1/3的癌症有关。

3. 社会心理因素　C型性格被认为是易患癌症型性格。特殊的生活史和长期精神刺激及心理紧张在癌症的发生中起着不可忽视的促进作用。

（三）恶性肿瘤的预防控制

1. 第一级预防

（1）健康教育：改变不良生活行为是预防恶性肿瘤的重要措施，包括烟草控制、控制过量饮酒、合理膳食及适当的体育锻炼；加强精神卫生保健知识教育，做好社区保健和自我保健工作。

（2）改善环境，消除环境致癌因素：加强各项卫生管理和卫生监督，合理使用医药用品、消除职业致癌因素、保护和改善环境、治理环境污染也是预防恶性肿瘤的重要措施。

2. 第二级预防　高危人群的筛查与监测，是癌症的二级预防措施。其内容包括癌

症早期筛检、高危人群监测和自我监护。

2. 第三级预防　对于已患癌症者应注重综合治疗、术后康复、体能支持、疼痛的治疗和临终关怀等。

五、医源性疾病

（一）医源性疾病的概述

1. 定义　因为预防、诊断、治疗的目的采取各种措施失当导致的疾病。医源性疾病可发生在防治疾病的任何环节中，大致可分为诊断性医源性疾病和治疗性医源性疾病两大类。

2. 医源性疾病的病因

（1）与诊断有关：如医生在判断力所及的情况下发生的误（漏）诊。

（2）与药物有关：不合理用药引起，有时合理用药也可发生药物不良反应。

（3）与手术有关：如手术适应证或方法错误，操作失误，以致损伤健康组织或器官，术后处理不当。

（4）与器械有关：如在使用腔道窥镜或导管等技术中，引起组织器官损伤或各种并发症；非创伤性处理不当，如止血带使用过久，石膏绷带包扎过紧，均可造成损伤。

（5）与放疗或理疗有关：包括X线、γ射线、核素及各种理疗方法，如使用不当、照射量过大、防护不周，引起损伤。

（6）与用语有关：医务人员使用医学用语不当引起患者心理创伤。

（7）与预防措施有关：如免疫制剂使用和接种方法不当，引起损伤。

3. 医源性疾病的发生取决于三个因素：①医务人员的医疗水平和医德修养。②诊疗技术本身的安全性和使用的合理性。③患者的精神状态和原患疾病的轻重。从目前医学发展水平来看，多数医源性疾病是可以防止的，或经努力可以减少发生。

（二）诊断性医源性疾病的预防控制

（1）医务人员应重视新知识的更新，从而不断提高自己的临床医学水平。

（2）熟练掌握临床诊断基本技术。

（3）正确应用诊断仪器及其检测的结果。

（4）诊断疾病是一个复杂而细致的工作，应对所收集的资料进行充分分析研究，予以确定诊断。

（三）治疗性医源性疾病的预防控制

（1）不断学习先进的治疗技术和总结临床中的经验教训，熟悉和掌握各种疗法的适应证、禁忌证及其利弊，便于临床具体应用时进行选择。

（2）对诊断不明的疾病治疗，应加强观察，随时调整治疗措施，以防治疗失误或发生意外。

（3）对于一些能彻底治愈的疾病，一定要彻底治愈，绝不可拖延成慢性病症，造成患者的长期病痛。

（4）对容易引起医源性疾病的某些治疗方法，在运用时要采取妥善预防措施。

（5）加强职业道德和工作责任心。

六、伤害

伤害是由于运动、热量、化学、电或放射线的能量交换，在机体组织无法耐受的水平上，所造成的组织损伤或由于窒息而引起的缺氧。伤害是一个严重威胁人群健康的世界性重要公共卫生问题，世界各国伤害的发生率、致残率和死亡率居高不下。而且随着社会的发展，城市化、工业化进程的加快，伤害的威胁将会呈持续上升趋势。

（一）伤害的流行状况

1. 全球伤害的流行病学分布特征　伤害致死比重较大，约占全球死亡的10%。伤害死亡高发年龄为15～59岁。伤害的发生率和死亡率男性高于女性。伤害的死亡原因主要是交通事故、自杀、战争、火灾、暴力、职业性伤害和溺水等。近年来，儿童、青少年的伤害死亡呈上升趋势。

2. 我国伤害的流行病学分布特征　在城乡分布上，城市与农村的伤害死亡均排在死因顺位的第四位。城市伤害死亡的原因依次为交通事故、自杀、意外坠落、中毒、他杀、溺水、火灾和烧伤。农村伤害死亡的原因依次为自杀、交通事故、溺水、意外坠落、中毒、他杀、火灾和烧伤。人群分布上，男性伤害死亡的水平是女性的1.43倍。以交通事故致死的差别最大，男性为女性的2.76倍。女性的伤害死亡率以自杀占首位，达21.65/10万。时间分布上，伤害死亡的变化趋势表现在交通事故和他杀的持续上升。全国疾病监测点1991～1995年的伤害变化趋势分析发现，交通事故所致的意外死亡一直呈上升趋势

（二）伤害的预防控制

1. 伤害的预防策略

（1）三级预防策略：根据三级预防的策略来预防伤害，重在第一级预防。

1）第一级预防：其目标是通过减少能量传递或暴露的机制来预防导致伤害发生的事件。

2）第二级预防：其目的是当伤害发生时，减少伤害的发生及其严重程度。

3）第三级预防：伤害已经发生后，控制伤害的结果，紧急援助。心肺复苏、康复等均属第三级预防。

（2）主动干预与被动干预：伤害预防策略依据受伤害个体的行为可分为主动干预和被动干预。

（3）美国原国家公路交通安全局负责人 William Haddon 提出预防与控制伤害发生和减少死亡的十大策略：

1）预防危险因素的形成，如禁止生产有毒、致癌的杀虫剂。

2）减少危险因素的含量，如为了预防车祸而限制车速。

3）预防已有危险因素的释放或减少其释放的可能性，如浴盆不要太滑以防跌倒。

4）改变危险因素的释放率及空间分布，如机动车司机及前排乘客应使用安全带。

5）将危险因素从时间、空间上与被保护者分开，如行人走人行道等。

6）用屏障将危险因素与受保护者分开，如用绝缘物把电缆与行人隔开。

7）改变危险因素的基本性质，如机动车加固油箱防止撞车时油箱破裂漏油造成火

灾。

8）增加人体对危险因素的抵抗力，如人体长期锻炼可逐渐适应高原缺氧环境。

9）对已造成的损伤提出针对性控制与预防措施，如加强现代化通信设施让急救中心派车将受伤者运走，实施抢救措施，减少残疾率和死亡率。

10）使伤害患者保持稳定，采取有效治疗及康复措施。

以上可概括为减少危险因素、隔离保护和急救康复。

2. 伤害的干预措施

（1）工程干预：目的在于通过干预措施影响媒介及物理环境对发生伤害的作用。

（2）经济干预：目的在于用经济鼓励手段或罚款影响人们的行为。

（3）强制干预：目的在于用法律及法规措施来影响人们的行为。此类干预措施只有法律及法规真正实施之后才有效。

（4）教育干预：目的在于通过说服教育及普及安全知识来影响人们的行为。

练习题

1. 列举传染病的传播途径。
2. 传染病疫情发生后该采取哪些措施防止疫情进一步扩散？
3. 试列举说明心血管疾病的主要危险因素。
4. 如何预防控制恶性肿瘤？

（王　飒）

第十六章　健康教育与健康促进

★学习要求

掌握： 健康促进与健康教育的基本定义与方法，医院教育的内容与方法，健康行为干预的基本技术。

一、健康教育与健康促进概述

健康是人类生命存在的正常状态，是人最基本的需求之一，是社会进步、经济发展、民族兴旺的保证。我国宪法明确规定：维护全体公民的健康和提高各族人民的健康水平，是社会主义的重要任务之一。而健康教育则是一项投入少、产出多、效益大的保健措施，其作为卫生保健的战略措施已得到全世界的公认，并被列为初级卫生保健八大要素之首。

（一）健康教育

1. 定义　健康教育是通过信息传播和行为干预，帮助个人和群体掌握卫生保健知识，树立健康观念，自愿采纳有利于健康行为和生活方式的教育活动与过程。

健康教育的目的和重点是通过健康教育改变人们的不良行为，消除或减轻影响健康的危险因素，从而达到预防疾病的发生，促进健康水平和提高生活质量的目的。健康教育给人们提供行为改变所必需的各种知识、技术与服务，使人们在面临促进健康，疾病的预防、治疗、康复等各个层次的健康问题时，有能力做出正确的行为抉择。

2. 健康教育的原则

（1）科学性：健康教育要立足于科学，实事求是，切忌主观、片面、哗众取宠，无论是正面宣传还是反面举例，都要实事求是，引用的资料应准确无误。

（2）针对性：要详细调查了解目标人群的卫生保健需求及经济地位、文化地位、心理状态、年龄、性别、职业等，不同的人群应实施不同的教育内容和方法，以取得良好的实际效益。

（3）实用性：应根据目标人群的实际经济水平，提出切实可行的措施，使健康教育发挥出实际效益。

（4）群众性：健康教育要吸引广大群众积极参与，争取社会各部门和团体的合作。健康教育的的方式方法要易于为群众所接受、通俗易懂、深入浅出，应使用群众喜闻乐见的形式和熟悉的语言。

（5）艺术性：健康教育应力求教育内容与教育形式灵活、活泼，使健康教育的内

容能更容易被大家接受，从而取得更好的教育效果。

3. 分类　健康教育的研究领域有不同的划分方法，从不同角度体现了健康教育的内容。

（1）按目标人群或场所划分：社区健康教育、学校健康教育、医院健康教育、职业人群健康教育、公共场所健康教育等。

（2）按教育目的或内容划分：疾病防治的健康教育、人生各阶段健康教育、心理卫生教育、生殖健康教育等。

（3）按业务技术或责任划分：健康教育的计划设计、健康教育的组织实施、健康教育材料制作、健康教育评价、社区组织与开发等。

4. 健康教育与卫生宣传　健康教育与传统的卫生宣传不同。健康教育的着眼点是促进个人或群体改变不良的行为与生活方式。行为改变、习惯养成和生活方式的进步形成了健康教育重要基础。卫生宣传主要是单向的信息传播，宣传对象比较泛化，效果侧重于知识的传播，相对忽视信息反馈和效果评价。尽管卫生宣传也希望人们改变不利于健康的行为，实践证明单纯的卫生宣传难以达到改变行为的目的。当前卫生宣传多作为健康教育的一种重要手段被广泛应用。健康教育的实质是一种干预，即通过多种活动从多侧面影响个体和群体，包括提供人们行为改变所必需的卫生保健知识和技能、相应的卫生保健服务，营造有益于健康的社会氛围等，达到形成有利于健康的行为的目的。

第十三届世界健康教育大会提出：健康教育是一门研究以传播保健知识和技术，影响人体和群体行为，消除危险因素，预防疾病，促进健康的科学。它注重研究知识传播和行为改变的理论、规律和方法，以及组织、规划和评价的理论与实践。

（二）健康促进

1. 定义　世界卫生组织曾经给健康促进做如下定义："健康促进是促进人们维护和提高他们自身健康的过程，是协调人类与他们环境之间的战略，规定个人与社会对健康各自所负的责任。"健康促进的基本内涵包含了个人行为改变和政府行为（社会环境）改变两个方面，并重视发挥个人、家庭、社会的健康潜能。

健康促进是健康教育事业发展的必然结果。有关政治的、经济的、社会的、文化的、环境的、行为的和生物等的因素，都存在着促进健康或危害健康的因素，关键是我们如何来消除或改变危害健康的因素，使它们转变成促进健康的因素。尽管人们已经认识到健康教育的重要性，但是单纯依靠健康教育未必能达到预期的效果。只有在健康教育的基础上结合强有力的政府承诺和支持，才能收到显著的效果。而政府的承诺和支持实质上就是从政策上、法律上、组织上、管理上、财政上等方面，创造有利于健康的条件，把健康教育的目标纳入政府的议事日程，保证其全面设施和完成。

健康促进不仅涵盖了健康教育信息传播和行为干预的内容，同时，还强调行为改变所需的组织支持、政策支持、经济支持等环境改变的各项策略。在改变不良行为中，健康教育比较强调自愿，而健康促进则带有一定的约束性。

2. 健康促进的五个活动领域　健康促进的目的是积极改变人群不健康行为，改进预防性卫生服务，以及创造良好的自然与社会环境。1986 年在首届国际健康促进大会通过的《渥太华宣言》中明确指出，健康促进涉及五个主要活动领域。

（1）建立促进健康的公共政策：健康促进的含义已超出卫生保健的范畴，为让人们更容易地做出健康的选择，健康促进要求把健康问题提到各个部门，各级政府和组织的决策者的议事日程上。明确要求非卫生部门实行健康促进政策，包括政策、法规、财政、税收和组织改变等。

（2）创造健康支持环境：健康促进必须创造安全的、满意的和愉快的生活和工作环境。系统地评估环境对健康的影响，以保证社会和自然环境有利于健康的发展。

（3）加强社区行动：提高社区人们生活质量的真正力量是他们自己。并通过具体有效的社区行动来实现其目标。健康促进活动应充分发动社区力量，积极有效地参与卫生保健计划的制订和执行，挖掘社区资源，帮助他们认识自己的健康问题，并提出解决问题的办法。

（4）发展个人技能：通过健康教育提供健康信息，指导人们能正确地做出健康选择来支持个人和社会的发展。使人们更好地控制自己的健康和环境，从生活中不断学习健康知识，能够有准备地应对人生各个阶段可能出现的健康问题，并且能很好地应付慢性病和外伤等。家庭、学校、工作单位和社区都有责任和义务帮助人们做到这一点。

（5）调整卫生服务方向：健康促进中的卫生服务必须由个人、各种社会团体、卫生专业人员、卫生部门、工商机构和政府共同分担，共同努力，建立一个有助于健康的卫生保健系统。

3. 健康促进的三大基本策略　健康促进的核心是把社会的健康目标转变为社会的行动。健康促进的核心策略是社会动员。

（1）倡导：健康促进工作必须由各个部门共同分担，为了创造有利于健康的社会、经济、文化和环境条件，要倡导政府部门提供政策支持，争取获得政治承诺；倡导各个社会团体对各项健康举措的认同，激发社会对健康的关注及群众的参与意识；倡导卫生及相关部门提供全方位的支持，最大限度地满足群众对健康的愿望和需求。

（2）赋权 ：帮助群众具备正确的观念、科学知识、可行的技能，激发走向完全健康的潜能，使群众获得控制那些影响自身健康的决策和行动的能力，从而有助于保障人人享有卫生保健资源的平等机会，使社区的集体行动能在最大程度上影响和控制与社区健康和生活质量相关的因素。

（3）协调：健康促进涉及个人、各种社会团体、卫生专业人员、卫生部门、工商机构和政府等。在改善和保护健康的健康促进活动中，必须使个体、社区及相关部门等各利益相关者之间相互配合，相互协作，组成强大的联盟和社会支持体系，实现健康目标。

（三）健康教育与健康促进的关系

（1）健康促进与健康教育具有不同的内涵特征，它们相互依存、互为条件。健康教育就是发挥教育的功能。其任务是传播健康知识，教育社会成员承担起维护健康的责任，形成全面、深入的健康促进良好基础。健康促进是一项要求全社会参与和多部门合作的社会工程，不仅包含了健康教育的行为干预，还强调行为改变所需的组织、政策和经济支持等环境改变策略，因此，健康促进的定义与健康教育更为广泛。健康教育作为健康促进的重要内容，不仅包括在健康促进中，而且也是健康促进的必备手段。

（2）由于健康促进是在组织、政治、经济、法律上提供支持环境，因此，它对行为改变的作用比较持久并且带有约束性。而健康教育通过自身认知态度和价值观念的改变而自觉采取有益于健康的行为和生活方式，因此，它更适用于那些有改变自身行为愿望的人群。

（3）健康促进涉及整个人群和人们社会生活的各个方面，而不仅限于某一部分人群或仅对某一疾病的危险因素。而健康教育则是针对不同性质的目标人群，有侧重地开展不同内容的健康教育。

（4）在疾病三级预防中，健康促进强调一级预防甚至更早的阶段，即避免暴露于各种行为、心理、社会环境的危险因素，全面增进健康素质，促进健康。而健康教育则贯穿于一级、二级和三级预防中。

（5）社区和群众参与是巩固健康发展的基础，而人群的健康知识和观念是主动参与的关键。通过健康教育激发领导者、社区和个人参与的意愿，营造健康促进的氛围，因此，健康教育是健康促进的基础，健康促进如不以健康教育为先导，则健康促进就难以实施。

（四）健康教育与健康促进的作用

《阿拉木图宣言》把健康教育列为初级卫生保健八项任务之首，并指出健康教育是所有卫生问题、预防方法及控制措施中最为重要的。在实现健康目标、社会目标和经济目标中具有重要地位。同时，实现初级卫生保健的目标所需的最根本的条件，如领导重视，群众参与，部门协作均需有健康教育的开发、动员、组织与协调。

健康教育与健康促进是卫生保健事业发展的必然趋势。随着疾病谱的改变，行为生活方式作为疾病危险因素越来越多地在卫生领域受到关注，此外，在感染性疾病的流行、传播及预防与控制中，行为也是非常重要的因素。当前我国正面临着传染性疾病和非传染性疾病双重负担，因此，健康教育和健康促进的核心是促使人们建立新的行为和生活方式，这也体现了卫生事业发展的趋势。

1. 健康教育与健康促进是一项低投入、高产出、高效益的保健措施　健康教育引导人们自愿放弃不良的行为和生活方式，减少自身制造的危险，追求健康的目标，从成本、效益的角度看是一项投入少，产出高，效益大的保健措施。健康促进在促使环境改变中虽需要有一定的资源保证，但它们所需的资源投入与高昂的医疗费用形成鲜明的对比。有效的健康教育与健康促进由于预防疾病的发生，必能节省大量的社会财富，创造巨大的经济效益。

2. 健康教育与健康促进是提高广大群众自我保健意识的重要渠道　自我保健体现了保健模式从“依赖型”向“自助型”发展的体现，它能发挥自身的健康潜能和个人的主观能动作用，提高人们对健康的责任感。自我保健意识和能力不能自发产生和拥有，只有通过健康教育和健康促进才能提高居民自我保健意识和能力，增强其自觉性和主动性，促使人们实行躯体上的自我保护，心理上的自我调节，行为生活方式上的自我控制和人际关系上的自我调整，提高整体医学文化水平，提高人口健康素质。

（五）健康教育与健康促进的任务

1. 主动争取和有效促进领导和决策层转变观念　对健康需求和有利于健康的活动

给予支持，并制定各项促进健康的政策。制定促进健康的公共政策是健康促进工作的首要任务，也是开展健康促进工作的前提条件，在第二届全球健康促进大会上，着重研讨了政策倡导对于健康促进的意义。主动争取和有效促进领导和决策层转变观念，从政策上、资源上对健康需求和有利于健康的活动给予支持，并制定各项促进健康的政策。健康教育作为全民素质教育的组成部分，已经受到我国政府的高度重视。以政府行为和行政干预来支持和推动健康教育工作，是健康教育事业发展的必然趋势。

2. 促进个人、家庭和社区对预防疾病、促进健康、提高生活质量的责任感　通过为群众提供信息，发展个人自控能力，以帮助人们改变不良行为习惯和生活方式，排除各种影响健康的危险因素，使人们在面临个人或群体健康相关的问题时，能明智、有效地做出抉择。通过提高社区自助能力，实现社区资源（人、财、物）等的开发和公平性。

3. 创造有益于健康的外部环境　健康教育与健康促进必须以广泛的联盟和支持系统为基础，与相关部门协作，共同努力逐步创造良好的生活环境和工作环境。把社区、学校、企业等建成“健康促进社区”、“健康促进学校”、“ 健康促进工厂” 等。这样为健康促进工作提供一个有利的外部环境，提高了健康教育和健康促进的工作效率。

4. 积极推动卫生部门观念与职能的转变　尤其是社区卫生服务中心，使其作用向着提供健康服务的方向发展。在卫生部门当前的工作中，基本是以疾病治疗为主要任务，存在重治轻防的观念，这既不符合我国的卫生方针政策，也与人民群众的卫生需求有差距。因此，要求卫生部门能转变观念与职能，防治并举，并且在疾病治疗过程中，纳入健康教育与健康促进的思想与理念，为大众提供更符合其需求，更以人为本的卫生服务。

5. 在全民中，尤其是在广大农民中深入开展健康教育　教育和鼓励每一个公民进行明智的健康实践，尤其要把广大农民的健康教育作为实践的重点。教育和引导人民群众破除迷信，摒弃陋习，养成良好的卫生习惯，提倡文明、健康、科学的生活方式，培养健康的心理素质，提高全民族的健康素质和科学文化水平。

二、健康相关行为

研究证明，在四大类健康危险因素中，行为因素是影响健康的主要因素。世界卫生组织 1992 年的一份报告指出，全球大约有 60% 的死亡与不良的行为和生活方式有关。美国学者对美国人 13 种死亡分类调查研究发现，在导致死亡的四大类影响因素中，与行为因素有关的约占 43%。国内学者对我国各类疾病的死因分析研究表明，行为因素相关死因约占 37. 3%。从各国疾病控制的历史看，大致都经历了三个阶段：第一阶段为控制传染病传播，方法是消灭病原体，切断传播途径，改善环境卫生；第二阶段是个人卫生阶段，通过预防接种、定期体检、生长发育监测等，实现疾病的三级预防；第三阶段为行为生活方式阶段，主要靠改变人们不利于健康的行为和生活方式，来促进和保护身心健康，预防慢性非传染性疾病的发生。为此有必要研究人们的行为，特别是与健康相关的行为，这样才能更有效地实施行为干预，达到健康教育与健康促进的目的。

（一）行为概述

1. 行为的定义　行为是指具有认知、思维能力、情感、意志等心理活动的人，对内外环境因素做出的能动反应。

2. 行为的分类　人的行为可分为本能行为和社会行为。

（1）本能行为：人的行为首先是建立在人体的生理活动的基础上的，由其生物属性所决定，是人的生物遗传信息作用的结果，是与生俱来的一些行为，人的生理需要是这些行为的原始动力。包括：①个体生存本能，如表现为对饥渴满足的需要及睡眠行为。②种族保存本能，表现为对繁衍和生养下一代的需要。③自我防御本能，表现为对外来威胁的反抗、妥协和逃避，以及攻击、探寻与追求刺激等本能行为。

（2）社会行为：在改造和维护环境的过程中，人类个体通过与他人的交往、模仿、学习、教育、工作等就形成了得到社会承认、符合社会道德准则、行为规范和价值观念的人类社会行为。社会行为为人类所独有，个体通过观察、模仿、认同、学习、教育、交往、工作等，使自己的行为模式逐渐得到社会的允许、承认，符合社会准则和道德规范。

3. 行为的基本要素　人的行为由五个基本要素组成。

（1）行为主体：即“人”。

（2）行为客体：即行为的指向目标。

（3）行为环境：即主体与客体发生联系的客观环境。

（4）行为手段：即主体作用于客体所应用的工具或使用的方法。

（5）行为结果：即主体预期的行为与实际完成行为的符合程度。

（二）健康相关行为

健康相关行为指的是个体或群体与健康和疾病有关的行为，按行为对行为者自身和他人健康状况的影响，可分为促进健康行为和危害健康行为两大类。

1. 促进健康的行为　指个体或群体表现出的，客观上有益于自身和他人健康的一组行为。

（1）促进健康行为具有以下特征：

1）有利性：行为有利于自身和他人健康。

2）规律性：行为有规律地发生，不是偶然行为。

3）和谐性：个体的行为表现与其所处的环境和谐。

4）一致性：个体外在的行为表现与其内在的心理情绪一致，无矛盾。

5）适宜性：行为强度适宜，不过弱，也无冲动表现。

（2）促进健康行为可分为五大类：

1）基本健康行为：指日常生活中最基本的一系列有益于健康的行为，如合理营养、平衡膳食、积极锻炼、积极的休息与适量睡眠等。

2）戒除不良嗜好：不良嗜好指的是对健康有危害的个人爱好，如吸烟、酗酒与滥用药品等。戒烟、戒毒、不酗酒与不滥用药品等属于戒除不良嗜好行为。

3）预警行为：指对可能发生的危害健康的事件预先给予防范措施，从而预防事故发生并能在事故发生后正确处置的行为，如驾车使用安全带，溺水、车祸、火灾等意外

事故发生后的自救和他救行为。

4）避开环境危害：环境危害是广义的，包括了人们生活和工作的自然环境与心理社会环境中对健康有害的各种因素。以积极或消极的方式避开这些环境危害即属于这类行为，如离开污染的环境、采取措施减轻环境污染、积极应对那些引起人们心理应激的紧张生活事件等。

5）合理利用卫生服务：高效、合理地利用现有卫生资源，以实现三级预防，维护自身健康的行为，包括定期体检、预防接种、求医行为、遵医行为、配合治疗、积极康复等。

2. 危害健康行为　指的是偏离个人、他人乃至社会的健康期望，客观上不利于健康的一组行为。

（1）危害健康行为的主要特点：①危害性：行为对个体、他人，乃至社会的健康会造成直接或间接的危害。②稳定性：行为非偶然发生，有一定强度的行为可以持续相当的时间。③习得性：危害健康的行为并非天生的而都是在个体后天的生活经历中学会的。

（2）危害健康的行为分类：可以分为以下四类。

1）不良生活方式与习惯：生活方式是指作为社会主体的人，为生存和发展而进行的一系列日常活动的行为表现形式，是人们一切生活活动的总和。生活方式一旦形成就有其动力定型，即行为者不必消耗很多的心智体力，就会自然而然地去做的日常活动。

不良生活方式则是一组习以为常的、对健康有害的行为习惯，包括能导致各种成年期慢性退行性病变的生活方式，如吸烟、酗酒、缺乏运动和锻炼、高盐高脂饮食、不良进食习惯等。不良的生活方式与肥胖症、心血管系统疾病、早衰、癌症等的发生关系密切。

2）致病行为模式：致病行为模式是导致特异性疾病发生的行为模式，国内外研究较多的是 A 型行为模式和 C 型行为模式。

A 型行为模式是一种与冠心病的发生密切相关的行为模式，A 型行为又称“冠心病易发性行为”。其核心表现为争强好胜、性格急躁、不耐烦，对人怀有敌意和戒心。A 型行为者冠心病发生率、复发率和病死率均比非 A 型行为者高 2 ~4 倍。

C 型行为模式是一种与肿瘤的发生密切相关的行为模式，C 型行为又称“肿瘤易发性行为”。其核心表现为过分压抑、自我克制。有研究表明，C 型行为者肿瘤发生率比非 C 型行为者高 3 倍左右。

3）不良疾病行为：疾病行为指个体从感知到自身有病到疾病康复全过程所表现出来的一系列行为。不良疾病行为可能发生在上述过程的任何阶段，常见的行为表现形式有疑病、恐惧、讳疾忌医、不及时就诊、不遵从医嘱、迷信，乃至自暴自弃等。

4）违规行为：吸毒、性乱等危害健康的行为属于此类行为，这些行为既直接危害行为者个人健康，又严重影响社会健康与正常的社会秩序。例如，吸毒可直接产生成瘾的行为，导致吸毒者身体的极度衰竭，静脉注射毒品，还可能感染乙型肝炎和艾滋病。

知识链接…

世界卫生组织曾把吸烟称为“20世纪的瘟疫”，世界上每年死于吸烟引起的疾病者有400万人，平均每8 s就有1人因吸烟而丧生。我国烟草产量及销售量占世界首位，已成为“烟草王国”，1996年对12万人口抽样调查结果表明，我国15岁以上人口男性吸烟率为63%，女性为4%，年轻人吸烟正以每年2%~3%的速度上升。据估算，吸烟对我国居民健康的危害，折算成经济损失，每年达3 000亿元。我国当前每年死于吸烟的人数至少有50万，预测进入2025年，每年将达200万人。

卷烟烟草燃烧产物中包括了5 068种已知的化学物质，其中主要的有害成分包括尼古丁等生物碱、亚硝胺类、丙烯醛、多环芳烃、杂环族化合物、氢氰酸、氮氧化合物、一氧化碳、重金属元素（镍、镉、铬、钋）及有机农药等。这些成分中气体占90%，其余为颗粒物，包括焦油类物质。它们具有各种生物学作用，与人类多种疾病的发生有关。与吸烟有关的疾病主要包括肺癌、慢性阻塞性肺病、心血管系统疾病。

吸烟对女性的危害更甚于男性，吸烟妇女可引起月经紊乱、受孕困难、宫外孕、雌激素低下。孕妇吸烟易引起自然流产、胎儿发育迟缓和新生儿低体重。其他如早产、死产、胎盘早期剥离、前置胎盘等均可能与吸烟有关。妊娠期吸烟可增加胎儿出生前后的死亡率和先天性心脏病的发生率。以上这些危害是由于烟雾中的一氧化碳等有害物质进入胎儿血液，形成碳氧血红蛋白，造成缺氧；同时尼古丁又使血管收缩，减少了胎儿的血供及营养供应，从而影响胎儿的正常生长发育。女性90%的肺癌、75%的慢性阻塞性肺疾病和25%的冠心病都与吸烟有关。吸烟妇女死于乳腺癌的比率比不吸烟妇女高25%。已经证明，尼古丁有降低性激素分泌和杀伤精子的作用，使精子数量减少，形态异常和活力下降，以致受孕机会减少。吸烟还可造成睾丸功能的损伤、男子性功能减退和性功能障碍，导致男性不育症。吸烟可引起烟草性弱视，老人吸烟可引起黄斑变性，这可能是由于动脉硬化和血小板聚集率增加，促使局部缺氧所致。最近，美国一项研究发现，在强烈噪声中吸烟，会造成永久性听力衰退，甚至耳聋。

被动吸烟是指生活和工作在吸烟者周围的人们，不自觉地吸进烟雾尘粒和各种有毒物质。被动吸烟者所吸入的有害物质浓度并不比吸烟者低，吸烟者吐出的冷烟雾中，烟焦油含量比吸烟者吸入的热烟雾中的多1倍，苯并（a）芘多2倍，一氧化碳多4倍。研究发现，经常在工作场所被动吸烟的妇女，其冠心病发病率高于工作场所没有或很少被动吸烟者。据国际性的抽样调查证实，吸烟致癌患者中的50%是被动吸烟者。大量流行病学调查表明，丈夫吸烟的妻子，肺癌患病率为丈夫不吸烟的1.6~3.4倍。孕妇被动吸烟可影响胎儿的正常生长发育。有学者分析了5 000多名孕妇后发现，当丈夫每日吸烟10支以上时，其胎儿产前死亡率增加65%；吸烟越多，死亡率越高。吸烟家庭儿童患呼吸道疾病的比不吸烟家庭为多。

知识链接···

吸烟已成为社会公害，号召全民族戒烟是健康教育的必要内容。世界卫生组织曾声明："世界范围内，烟草消费是造成死亡和伤残最大、最可预防的原因，控制吸烟比任何预防性的药物更能改善人们健康和延长寿命。"自1989年起，世界卫生组织将每年5月31日定为世界无烟日。但烟草行业巨大的经济效益和使用烟草产品的广泛市场，使禁止或至少限制烟草产品生产在短期内难以实现。吸烟的控制应采取综合措施，包括全民健康教育、制定法规禁止或限制吸烟、加重烟草税收、行政干预和戒烟治疗等综合性的控制措施，才能有效控制吸烟带来的危害。

三、健康危险因素评价

健康危险因素评价是研究危险因素与慢性病发病率及死亡率之间数量依存关系及其规律性的一种技术。它研究人们生活在有危险因素的环境中发生死亡的概率，以及当改变不良行为、消除或降低危险因素时，可能延长的寿命。

（一）危险因素对健康的影响分为六个阶段

1. 无危险阶段　生活环境中不存在危险因素。这一阶段主要的预防措施是保持着良好的生活、行为和心理习惯。通过健康教育提高人群的卫生知识水平，增强自我保健意识和能力，自觉杜绝危险因素的出现。

2. 危险因素出现阶段　随着自然环境和社会环境的不断变化，人们的生活方式、社会激烈的竞争、某种遗传的特征等都存在着诱发疾病发生的因素，但是对人体尚未产生明显的作用，这时的危险因素对健康的危害还不明显。

3. 致病因素出现阶段　随着危险因素的进一步增加及作用时间的延长，危险因素转化为致病因素，对机体产生危害的作用逐渐增强。这一时期的人体处于疾病发生的危险阶段，但由于机体的防御系统的作用，疾病尚不足以形成。如果此时及时有效地采取预防措施，是可以阻止疾病的发生的。

4. 症状显现阶段　这一阶段疾病的各种症状开始出现，疾病已经对人体造成可逆的状态和功能损害，但人们并无明显感觉，用生理生化检验方法可发现异常改变。

5. 疾病发生阶段　此时疾病已经形成各种症状和体征，患者自己能明显地感觉到形态或功能障碍，并会主动就医。这一阶段主要采取有效的治疗措施，改善各种症状和体征，防止伤残，维持劳动能力。

6. 劳动能力丧失阶段　是疾病自然发展的最后阶段，这一阶段主要的措施是康复治疗，减轻患者的痛苦，延长其寿命是主要的工作目标。

（二）健康危险因素评价的方法

健康危险因素评价的基本方法是将个体有关生活方式及特征与具有可比性的整个人群的平均水平进行比较，并通过对人群的死亡统计资料和流行病学资料的分析，通过多元的统计学方法，将各种危险因素量化，然后通过定量的个体因素与各种危险因素之间

的联系，估计个体在改变这些不良因素后，会达到什么样的效果。

1. 资料的收集　收集当地年龄别、性别、疾病别死亡率资料，并列出影响疾病的危险因素。

2. 资料处理　对资料进行量化，将危险因素转化成危险分数，之后计算组合危险分数，根据年龄与死亡数之间的函数关系，按个体所存在的危险因素计算的预期死亡数求出评价年龄。根据已存在的危险因素，提出可能降低危险因素的措施后计算得到的死亡概率推算出增长年龄。

3. 评价分类　根据实际年龄、评价年龄、增长年龄之间的关系，可以分为四种类型。

（1）健康型：个体评价年龄小于实际年龄，通常认为健康状况良好。

（2）自创性危险因素型：评价年龄大于实际年龄，评价年龄与增长年龄差值较大，说明存在的危险因素较平均水平高，这些危险因素大多是自创的，可以通过自己生活方式的改变等途径进行纠正。

（3）历史危险因素型：评价年龄大于实际年龄，但两者之间差值较小，在一岁或一岁以内。说明个体的危险因素来自过去病史或遗传因素，是较难改变或降低的因素。

（4）少量危险型：实际年龄与评价年龄相近，死亡过程相当于当地的平均水平。

四、医院健康教育

随着初级卫生保健工作的开展及医学模式的转变，医院的卫生服务开始从单纯的医疗服务扩大到医疗、预防、保健相结合的服务模式。医院成为了推行健康教育和健康促进工作的重要场所，医院健康教育是健康教育的重要内容，是预防医学发展的重要组成部分。

（一）医院健康教育与健康促进的定义

医院健康教育泛指各级各类医疗保健机构和人员在临床实践的过程中伴随医疗保健活动而实施的健康教育。狭义地讲，医院健康教育又称临床健康教育或患者健康教育，是以患者为中心，针对到医院接受医疗保健服务的患者及其家属所实施的健康教育活动，其教育目标是针对患者个人的健康状况和疾病特点，通过健康教育实现三级预防，促进患者身心康复。医院健康教育旨在通过疾病防治知识等的教育，调动人群自觉防治疾病的积极性，提高人们的自我保健能力。

医院健康教育这一定义形成于20世纪50年代，由美国医疗保险机构最早提出，其初衷是减少长期患者的医疗费用。至20世纪60年代，美国医院协会、美国公共卫生协会相继明确提出健康教育是高标准保健服务不可缺少的组成部分；患者教育是患者服务的组成部分，从而推动了医院健康教育的发展。

医院健康促进是健康教育与能促使患者个体或群体行为和生活方式向有益于健康改变的政策、法规、经济及组织等环境支持的综合。医院健康促进旨在促进医院结构和功能实现以患者为中心向以健康为中心的转变，通过与患者、患者家属和社区共同采取行动，增强人们的自我保健能力，促进和维护健康。

（二）医院健康教育的基本内容

医院健康教育必须配合和满足医疗护理服务，依业务活动和教育对象的需要而进行。根据教育对象和实施途径的不同，医院健康教育与健康促进的形式可分为医务人员教育、患者教育、社区教育和社会宣传教育四大类。

1. 医务人员健康教育　受传统医学教育模式的影响，大部分医务人员缺乏系统的健康教育理论的指导，另外作为一个特殊的社会群体，医务人员不仅是医院健康教育的提供者，而且也是健康教育的受众。对医务人员的健康教育可分为三种形式。

（1）对专兼职健康教育者的业务培训：以脱产进修、参加研讨班或在职自修、函授等形式，系统学习健康教育基本理论与方法，提高业务能力。

（2）对全体医务人员的继续教育：通过岗前培训或在职教育，以业务学习、专题讲座等形式，结合本专业特点和工作需要，普及有关疾病预防和健康促进知识，进行人际沟通技巧培训，激发他们的健康教育工作热情。

（3）开展医务人员健康促进活动：降低员工在工作场所的伤害和提高职工的健康水平和生活质量，是医院健康促进的重要内容，其主要领域应包括职业与安全、预防与康复、体育锻炼、信息服务等。针对我国医务人员当中普遍存在的健康问题，如男性医生高吸烟率、紧张压力大、缺乏锻炼等，有组织有计划地开展医务人员健康促进活动，促使医务人员建立健康的生活方式，提高自我保护意识和能力，保持和促进自身的身心健康。

2. 患者健康教育　患者教育是医院健康教育的核心。由于患者间存在着个体差异，他们面临着不同的疾病或健康问题，所以每个人具备不同的心理状态和社会环境，这就要求医务人员根据不同的信息需求，结合医疗护理过程，为患者及其家属提供连续、系统、个人化的健康教育服务。在诊疗过程中有针对性地实施，使患者从步入医院到离开医院的全过程始终处于接受健康信息的氛围之中。依实施场所不同，患者教育可大致分为门诊教育和住院教育两部分。

（1）门诊教育：门诊教育是指患者在门诊诊疗过程中实施的健康教育活动。门诊患者人数多，流动性大，停留时间短暂，且人群复杂，个人的情况和要求各异。因此，门诊健康教育要抓住门诊就医过程的主要环节，针对患者带有共性的问题，简明扼要地实施教育活动。在患者门诊的过程中及时开展候诊教育、随诊教育、门诊咨询教育、门诊专题讲座及培训班。

1）候诊教育：指在患者候诊期间，针对候诊知识和该科常见病所进行的健康教育。候诊教育的主要形式是设置低音广播、闭路电视、宣传栏、黑板报、宣传标语牌、代售卫生科普读物等。候诊教育既能使患者了解一些就诊知识，还可以起到安定患者情绪、维持候诊秩序的良好效应。

2）随诊教育：随诊教育是指医务人员在诊疗过程中，根据病情对患者进行简短的讲解和指导。为解决门诊患者多，诊疗工作量大与开展随诊教育的矛盾，可组织专业人员编写各科常见病的健康教育处方，供医务人员在随诊教育中发放使用。

3）门诊咨询教育：指医务人员对门诊患者及其家属提出的有关疾病与健康的问题进行解答，咨询是一种针对性很强的对话教育形式，要求咨询人具有较高的专业水平。

4）门诊专题讲座及培训班：以预约门诊形式定期将患有同种疾病的患者或需接受相同保健服务的人集合起来，进行有关疾病的知识讲座、行为指导或技能培训，尤其适合妇幼保健服务、老年保健及慢性疾病患者。

5）健康教育处：健康教育处方有助于口头教育内容的补充完善，便于患者保存阅读，指导患者进行自我保健和家庭保健，是指导患者进行自我保健和家庭护理的一种有效的辅助手段。健康教育处方广泛适用于门诊患者、住院患者出院指导及社区健康教育。自 20 世纪 90 年代以来，健康教育处方已作为一种有效的健康教育手段在我国各地医院普遍推广使用。

（2）住院教育：住院教育系指患者在住院治疗期间接受的健康教育。患者在院时间较长，便于医务人员与患者之间相互了解，非常有利于有计划、有组织地安排健康教育活动；但另一方面，住院患者一般病情较重，心理变化较大，因而需要健康教育具有及时性、针对性和指导性。住院教育包括入院教育、在院教育和出院教育。

1）入院教育：指患者在入院时由医务人员向患者及其家属进行的健康教育。首先，由当班护士向患者及其家属介绍住院有关规章制度及服务内容，并向患者和其家属进行必要的安慰。其次，主管或值班医生在首次接诊患者时，向患者及其家属说明病情、检查安排、初步诊断和治疗方案。入院教育旨在使患者和陪护人员尽快熟悉住院环境，稳定情绪，遵守住院制度，积极配合治疗。

2）病房教育：指患者在住院期间进行的经常性的健康教育工作，是住院教育的重点。20 世纪 80 年代中期以来，我国各地医院将健康教育引入临床治疗机制，不仅深化了病房教育的形式和内容，而且为临床科研开辟了新的领域。目前我国病房教育的常用模式是医护结合，分层进行，各有侧重，各负其责，即护理员、护士、护师和医生根据各自工作特点，针对病情和患者需求，对患者及其家属、护理人员进行较系统和深入的教育和指导。病房教育的核心是以行为改变为目标，以口头教育和示范指导为主要形式，协助患者实现知、信、行，有益于康复的转变，促进早日康复。

3）出院教育：在患者出院前以口头谈话或健康教育处方形式，向患者及其家属说明住院治疗的结果、疾病现状和预后，提出继续用药和定期复查等注意事项，进行生活方式和家庭护理方面的指导，使患者在出院后能巩固住院治疗效果，防止疾病复发和意外情况的发生。同时，还应征求患者及其家属对医院和医务人员的意见，不断改进医院健康教育工作。

4）随访教育：又称出院后教育，是住院教育的延伸和继续，也是医院开展社区服务的一项内容。其主要对象是有复发倾向、需长期接受健康指导的慢性疾病患者。随访教育是一个连续的追踪过程，主管医生可通过书信往来、定期或不定期家访、电话咨询等方式，针对病情发展，修订治疗方案，给患者以长期、动态的健康咨询和指导。

3. 社区健康教育与健康促进　社区健康教育和健康促进是医院健康教育与健康促进由患者向健康人群的扩展，由院内教育向院外教育的延伸，是社区卫生服务的组成部分。

社区健康教育与健康促进是在当地健康教育专业机构的指导和合作下，以医院医疗保健人员为主体，以社区群众为对象，动员全社会参与的健康教育与健康促进活动。随

着我国城市医疗体制改革的进程，至 2005 年，我国城市将基本建成社区卫生服务体系框架。社区卫生服务中心与社区卫生服务站承担着居民健康教育、预防、保健、医疗、康复、计划生育技术指导等职能，将居民中 80% 的健康问题解决在社区，社区健康教育与健康促进作为社区卫生服务的基础和先导，贯穿于其他各项服务之中。社区健康教育与健康促进的形式大致分为两大类：结合社区医疗保健各项工作开展健康教育和发挥社区健康中心的作用积极推进健康促进。前者在疾病普查普治、预防接种、围产期保健、家庭病床、全科医疗、慢性病社区综合防治等各项工作中发挥健康教育的先导作用，提高居民的参与意识和自我保健能力。后者是指导驻社区机关、企业、大中小学校及街道基层医疗机构和人员，根据本社区人群特点，有计划地组织健康教育与健康促进活动，如对街道干部和卫生积极分子举办社区健康教育骨干培训班，针对社区重点人群举办老年保健系列讲座，家庭健康咨询等。

4. 社会性宣传教育　利用大众传播媒介，广泛开展社会性宣传教育，是医院健康教育工作者的一项重要任务。其主要形式有利用重大卫生宣传日，如 5 月 31 日世界无烟日、9 月 20 日爱牙日、6 月 6 日爱眼日、计划免疫宣传周等，开展街头卫生宣传与健康咨询；与新闻媒体合作，为当地报纸、刊物、电视台、广播电台提供卫生科普稿件，开辟专家咨询、空中门诊、卫生知识讲座等专题栏目；开辟 24 h 热线电话，为群众提供咨询服务。

（二）医院健康教育与健康促进的意义

1. 开展医院健康教育与健康促进是医学模式转变和现代医学发展的必然趋势　健康需求、医学模式的转变，医学社会化，促使医疗服务模式和功能由单一的医疗型向促进健康、提高生命质量的医疗－预防－保健型转化，健康教育与健康促进已成为医院工作不可缺少的内容。医疗服务正逐步从以疾病为中心向以患者为中心、以健康为中心转变，从单纯治疗服务向防治结合的综合服务转变，从单纯的生理服务向心理、生理、社会的全面服务转变，从单纯的技术性服务向社会性服务转变，从单纯的院内服务扩大到院外服务，从仅为患者个人服务扩大到为健康人群服务的转变。

2. 健康教育是医疗服务的组成部分和有效易行的治疗手段　作为健康教育的主要组成部分，医院健康教育贯穿于疾病三级预防，是提高患者和社区群众健康意识和自我保健能力的重要手段。首先，通过健康教育可提高患者对医务人员的信任和依从性。通过充分交流与沟通，可以使患者及其家属建立对医务人员的信任，改善医患关系，使患者遵从医嘱，主动配合治疗，促进康复，提高医疗质量。其次，通过健康教育，实现对患者的心理保健，可满足患者心理需求，消除患者及其家属的不良心理反应，帮助他们建立战胜病魔的信心，使他们学会自我心理保健的方法。最后，健康教育本身就是一种治疗方法。许多疾病与不良生活方式和卫生行为习惯密切相关。例如，吸烟，酗酒，缺乏锻炼，高脂、高钠饮食是高血压等心脑血管疾病的重要危险因素。降低这些疾病的患病率和死亡率，除药物治疗外，必须坚持饮食控制、适当锻炼等非药物方法。健康教育是指导患者及其家属学习和掌握有关知识和技能，提高自我保健能力的有效易行的非药物治疗手段。

3. 健康教育是密切医患关系、促进医院精神文明建设的纽带　医患关系是指医疗

服务过程中形成的各种人际关系，其中包括医护关系、医患关系和护患关系。医患关系融洽与否，会对患者及其家属的心理状态有直接影响，对疾病的防治效果也会产生直接影响。医院是健康维护的主要场所，同时也是精神文明建设的重要窗口和阵地。健康教育的开展有助于医务人员强化服务意识，文明服务语言，规范服务行为。在向患者和群众传播卫生知识的同时，也带给他们关心和温暖，增强患者对医务人员的信赖感和安全感，密切医患关系，促进相互理解和谅解，提高人们对医院医德医风的满意度，从而为医院工作创造良好的社会环境，引起促进医院精神文明建设的良好效应。

4. 健康教育是改善医院管理、提高社会经济效益的有效途径　随着医学模式的转变和健康需求的变化，人们去医院不再是单纯地要求医疗救治，还会偏重于预防保健知识的获得，所以医院开展良好的健康教育可以吸引病患。如前所述，健康教育可促进医院医德医风建设和提高医疗质量，从而提高医院的声誉，增强医院在医疗市场的竞争力，有效地提高医疗保健服务的社会效益和经济效益。

练习题

1. 简述健康教育和健康促进的关系。
2. 简述健康危害因素。
3. 简述医院健康教育的内容。

（王　飒）

第十七章　突发公共卫生事件的预防控制

★学习要求

掌握：突发公共卫生事件的基本特征、原因、应对特点及现场应急工作内容。

第一节　概　述

一、突发公共卫生事件的定义

突发公共卫生事件是指突然发生、造成或者可能造成社会公众健康严重损害的重大传染病疫情、群体性不明原因疾病、重大食物和职业中毒及其他影响公众健康的事件，包括以下几种情况。

1. 重大传染病疫情　指某种呈大流行趋势的传染病，如1988年在上海发生的甲型肝炎暴发和2004年青海鼠疫疫情等。呈暴发或流行的传染病，可以是法定传染病，也可以是非法定传染病，包括发生甲类传染病（鼠疫和霍乱）和乙类传染病中肺炭疽、人禽流感、传染性非典型肺炎；发生乙类、丙类传染病暴发流行；非法定管理传染病（如水痘、口蹄疫等）在较大范围暴发；罕见或已消灭的传染病（如天花）发生或流行；新发传染病病例大范围出现等。

2. 群体性不明原因疾病　如传染性非典型肺炎疫情发生之初和群体性癔症。

3. 重大食物和职业中毒事件　由于食品污染和职业危害的原因而造成的人数众多或者伤亡较重的中毒事件。

4. 其他严重影响公众健康的事件　各种自然灾害、医源性感染暴发、药品或免疫接种引起的群体性反应或死亡事件；水、环境、食品污染，以及放射性、有毒有害化学性物质丢失、泄漏等造成的严重威胁公众健康的事件；生物、化学、核辐射等恐怖袭击事件；有潜在威胁的传染病动物宿主、媒介生物发生异常；学生因意外事故自杀或他杀出现一例以上的死亡；上级卫生行政部门临时规定的其他重大公共卫生事件。

二、突发公共卫生事件的现状

从全球看，整个公共卫生的形式是严峻的。仅20世纪以来根据文献记载，对影响较

大的200起公共卫生突发灾害的统计，其中核泄漏与核辐射10起，食品中毒32起，药物中毒7起，化学品泄漏、污染42起，毒气泄漏及煤矿瓦斯爆炸60起，有毒生物引发的29起，利用毒雾制造恐怖事件8起，邪教利用毒物自杀或施放毒气伤害他人的8起。

近几年来，国际上先后出现了30多种新发现的传染病，一些早已控制的古老的传染病又死灰复燃。同时由于恐怖组织的存在，可用于生物武器的恐怖因子的传染病都将对人类的生命安全构成威胁。世界卫生组织先后向各国推荐了优先考虑监测的传染病，如埃博拉出血热、登革热、艾滋病、狂犬病、拉沙热、急性出血热综合征、病毒性脑炎、裂谷热、克雅病、基孔肯雅热、汉坦病毒肺综合征、立百病、西尼罗热、肺结核、梅毒、疟疾。

从上述情况不难看出全球的突发公共卫生事件越演越烈。世界局势的激烈动荡，恐怖袭击活动，传染病和有毒有害物质因子是没有国界的。近几年我国经济增长迅速，国际地位不断增高，在国际上的影响力也在不断增强。全球一体化给我国带来了新的生机，但我国也面临着新的危机和压力：

（1）生态安全问题带来自然灾害和次生危害。

（2）人口众多，频繁迁移、流动，传染病易于出现和传播。

（3）由于经济发展不平衡使一些古老的传染病卷土重来，一些顽固的传染病控制乏力。

（4）食物中毒、化学中毒、职业中毒等非传染性的不明原因事件屡有报道。

（5）一些境内外敌对分子、邪教组织成员，以及社会上的极端分子采取的生、化、核恐怖袭击再也不是天方夜谭。

三、突发公共卫生事件的主要危害

突发公共卫生事件的危害主要体现在以下几方面。

1. 人群健康和生命严重受损　突发事件对人类的生命和健康构成严重威胁，21世纪以来，中国因自然灾害、事故灾难、公共卫生等突发事件每年造成非正常死亡人数超过20万。

2. 造成心理伤害　突发事件在伤害人的身体的同时，也伤害了人的心理，如强烈刺激、焦虑、神经症、忧郁、恐慌等。美国纽约医学会研究发现，9.7%的纽约人在2001年“9·11”事件后的1~2个月内表现出临床抑郁症状，7.5%的人经历了创伤后出现应激障碍，大约100万纽约人在恐怖袭击后数周内表现精神障碍。精神病医生们称，在每年9月，他们将为更多的焦虑、抑郁和滥用药品的人提供精神心理治疗，这就是历史上规模最大的“群体性突发心理疾病”。

3. 造成严重经济损失　突发事件可以使一个地区、一个国家，乃至全球的经济受到影响。突发事件的处理需要高昂的医疗费用、经济活动量下降、交易成本上升。

4. 社会多方面的影响　如地震后环境的危害、国家形象和医疗单位严重的信任危机。

随着全球人口的不断增多，环境污染的不断严重，突发公共卫生事件的发生频率将越来越高。提高全社会对突发公共卫生事件的防范意识，各国政府和地区都按照相关法

律、法规和规章的规定，完善突发公共卫生事件的预防和应急体系，建立健全系统、规范的突发公共卫生事件应急处理工作制度。

知识链接…

全球传染性非典型肺炎流行：2002 年 11 月 ~2003 年 7 月 31 日，29 个国家和地区报告临床诊断传染性非典型肺炎病例 8 098 例，死亡 774 例，病死率 9.56%。中国共发病 7 748 例，死亡 685 例，病死率为 8.84%。其他 25 个国家和地区发病 350 例，死亡 89 例，病死率为 25.43%。

禽流感事件：2003 年 12 月 15 日，韩国发生禽流感疫情；2004 年 1 月 12 日，日本发生疫情；2004 年 1 月 12 日，越南承认 12 人死于禽流感，26 日死亡人数增至 50 人。随后两个月的时间里，柬埔寨、泰国、印度尼西亚、巴基斯坦、老挝、中国、德国、美国相继出现禽流感疫情。

京沪高速液氯泄漏事件：2005 年 3 月 29 日晚，京沪高速公路淮安段上行线，一辆载有液氯的山东槽罐车与一辆山东货车相撞，导致槽罐车液氯大面积泄漏。两车相撞后，肇事的槽罐车驾驶员逃逸，货车驾驶员死亡。液氯泄漏造成了公路旁 3 个乡镇村民重大伤亡，京沪高速封闭 20 h。

辽源市中心医院火灾事件：2005 年 12 月 15 日，吉林省辽源市中心医院发生特别重大火灾事故，近 40 人死亡，90 余人受伤。

第二节　突发公共卫生事件的预防控制

预防为主是我国一贯的卫生工作方针。突发公共卫生事件应急处置工作目的是运用三级预防的理念，通过有组织地实施预防控制策略，有效地防止突发公共卫生事件的发生和发展，防患于未然，以减少或消除其危害程度，保障公众健康。

一、预防措施

（1）开展防范突发公共卫生事件的健康教育，普及相关知识，矫正人群的不良行为。突发公共卫生事件健康教育工作包括培训健康教育队伍，经常性开展对公众突发公共卫生事件应急知识的健康教育，定期进行健康教育工作的督导、评估。

（2）做好突发公共卫生事件基础资料、相关资料及预防信息的收集、分析与利用。突发公共卫生事件危害因素监测工作具体包括规范公共卫生网络信息系统的使用和维护，确保突发公共卫生事件信息收集、报告工作的顺利进行。

（3）建立突发公共卫生事件监测预警系统，开展预测、预报工作。认真落实疫情和突发公共卫生事件 24 h 值班制度，做好记录、初步核实和报告工作；建立突发公共卫生事件监测预警系统，开展系统的监测，及时发现突发公共卫生事件相关线索，并做出科学的预测、预报。

（4）做好突发公共卫生事件应急准备。突发公共卫生事件应急准备工作应当遵循预防为主、常备不懈的方针，贯彻统一领导、分级负责、反应及时、措施果断、依靠科学、加强合作的原则。应急准备包括三个步骤：制订应急预案和技术方案；应急物资的储备；组建突发公共卫生事件应急处置专业队伍，对相关人员进行培训和应急演练。

（5）规范突发公共卫生事件报告工作，及时提供准确信息，快速做出反应。突发公共卫生事件报告的内容包括发生的时间、地点，事件的性质，发病人数，死亡人数，"三间"分布，主要病征，受威胁人数，事件的可能原因，已采取的应急措施，控制效果，现状和趋势，需要解决的问题，以及报告的时间、报告人、联系电话等。报告方式有电话报告、传真报告、电子邮件报告、口头报告、书面报告等。

（6）开展流行病学调查，采集样品，收集相关资料，查明事件发生原因和危险因素。现场流行病学调查包括流行病学个案调查，密切接触者追踪调查，发病原因、发病情况、疾病流行的可能因素等调查；相关标本或样品的采集；进行检验检测；确定是否是突发公共卫生事件；撰写调查报告。

（7）开展检验检测，及时查明事件发生原因，明确诊断。现场检测和实验室检验包括本辖区内突发传染病疫情的病原微生物检测；重大化学性食物中毒、职业中毒、危险性化学物品的泄漏、化学恐怖、化学武器等严重影响公众健康事件的理化检测工作；现场快速检测；指导和协助下级疾病预防控制机构对突发公共卫生事件的理化检测工作。

（8）根据调查和检验检测结果判定突发事件的性质和级别。根据现场流行病学调查和检验检测结果，综合当地的历史资料，参考不同地区的疾病特点、社会反应程度、预警和处置能力等实际情况及其危害程度等，界定突发公共卫生事件的性质及分级。发生突发公共卫生事件时，应根据事件发生的危险程度、发展进程和社会影响等特点开展现场控制，采取有效措施，及时控制和消除突发公共卫生事件的危害。

突发公共卫生事件的控制包括救治患者，采取康复措施，隔离传染源或控制危险因素；对突发事件现场采取控制措施，切断传播途径或控制传播因素；保护易感人群或受威胁人群，如采取应急接种、预防性投药、群体防护等措施；宣传突发公共卫生事件防治知识，控制事态，消除不良影响等内容。

二、处理措施

1. 处置病员　严重的突发事件会造成大量传染病患者或伤者，因此在突发事件发生的最初，最紧迫的任务就是进行及时的诊断和救治。

2. 公共卫生管理　在救治伤员的同时，搞好紧急情况下的公共卫生管理，有助于防止疫情的蔓延或发生。常规的公共卫生管理工作包括：①保证供水安全，增加余氯量和水压。②检测餐具、厨具，监督食品加工者的个人卫生。③开展爱国卫生运动，对公共场所进行消毒，建立临时厕所、临时垃圾处理场所等；加强疫苗接种，保护体弱多病者等。

3. 稳定群众情绪　突发事件发生后，尤其是病死率较高的暴发事件会造成群众心理恐慌。因此要防止谣言，及时正确地发布疫情信息，同时解释群众疑问，让群众能科

学、理性地对待突发事件。

4. 寻求合作和援助　任何国家和地区发生突发事件时必须首先尽可能依靠自己的力量来完成救援工作，但当自己的力量无法完成时，要积极地向周边地区和国家请求援助，以便取得较好的效果。

5. 突发事件平息后的工作　突发事件过后，医疗物资的耗费，金融贸易的停滞，社会秩序的混乱，工厂的减产，均会引起较大的损失。因此事件后应积极进行恢复和重建工作。

三、应急措施

1. 各级人民政府的应急措施　①组织协调有关部门参与突发公共卫生事件的处理。②根据突发公共卫生事件处理需要，调集本行政区域内各类人员、物资、交通工具和相关设施、设备参加应急处理工作，涉及危险化学品管理和运输安全的，有关部门要严格执行相关规定，防止事故发生。③划定控制区域。④采取疫情控制措施。⑤做好流动人口管理。⑥实施交通卫生检疫。⑦信息发布。⑧开展群防群治。⑨维护社会稳定。

2. 卫生行政部门的应急措施　①组织医疗机构、疾病预防控制机构和卫生监督机构开展突发公共卫生事件的调查与处理。②组织突发公共卫生事件专家咨询委员会对突发公共卫生事件进行评估，提出启动突发公共卫生事件应急处理的级别。③根据应急处理的级别采取应急控制措施。④督导检查措施的实施情况。⑤发布信息与通报。⑥制定技术标准和规范。⑦普及卫生知识。

3. 医疗机构的应急措施

（1）开展患者接诊、收治和转运工作，实行重症和普通患者分开管理，对疑似患者及时排除或确诊。

（2）协助疾病控制机构人员开展标本的采集、流行病学调查工作。

（3）做好医院内现场控制、消毒隔离、个人防护、医疗垃圾和污水处理工作，防止院内交叉感染和污染。

（4）做好传染病和中毒患者的报告。对因突发公共卫生事件而引起身体伤害的患者，任何医疗机构不得拒绝接诊。

（5）对群体性不明原因疾病和新发传染病做好病例分析与总结，积累诊断治疗的经验。重大中毒事件，按照现场救援、患者转运、后续治疗相结合的原则进行处置。

（6）开展科研与国际交流。开展与突发事件相关的诊断试剂、药品、防护用品等方面的研究，开展国际合作，加快病源查询和病因诊断。

4. 疾病预防控制机构的应急措施

（1）突发公共卫生事件信息报告。

（2）开展流行病学调查。

（3）实验室检测。

（4）开展科研与国际交流。

（5）制定技术标准和规范。

（6）开展技术培训。

5. 卫生监督机构的应急措施

（1）在卫生行政部门的领导下，开展对医疗机构、疾病预防控制机构突发公共卫生事件应急处理各项措施落实情况的督导、检查。

（2）围绕突发公共卫生事件应急处理工作，开展食品卫生、环境卫生、职业卫生等的卫生监督和执法稽查。

（3）协助卫生行政部门依据《突发公共卫生事件应急条例》和有关法律法规，调查处理突发公共卫生事件应急工作中的违法行为。

6. 出入境检验检疫机构的应急措施

（1）突发公共卫生事件发生时，调动出入境检验检疫机构技术力量，配合当地卫生行政部门做好口岸的应急处理工作。

（2）及时上报口岸突发公共卫生事件信息和情况变化。

7. 非事件发生地区的应急措施　未发生突发公共卫生事件的地区应根据其他地区发生事件的性质、特点、发生区域和发展趋势，分析本地区受波及的可能性和程度，重点做好以下工作。

（1）密切保持与事件发生地区的联系，及时获取相关信息。

（2）组织做好本行政区域应急处理所需的人员与物资准备。

（3）加强相关疾病与健康监测和报告工作，必要时建立专门报告制度。

（4）开展重点人群、重点场所和重点环节的监测和预防控制工作，防患于未然。

（5）开展防治知识宣传和健康教育，提高公众自我保护意识和能力。

（6）根据上级人民政府及其有关部门的决定，开展交通卫生检疫等。

第三节　临床医务人员在突发公共卫生事件中的作用

一、突发公共卫生事件的报告

在突发性公共卫生事件发生时，及时准确地报告对判断疫情、控制疫情及应对疫情有着至关重要的作用。医务人员作为疫情的责任报告人要根据自己的专业知识能准确判断并及时报告。

2004 年 1 月 1 日我国启动了“传染病疫情和突发公共卫生事件监测信息报告系统”，标志着我国突发公共卫生事件应对水平迈上一个新的台阶。

突发公共卫生事件监测机构、医疗卫生机构和有关单位如发现突发公共卫生事件后，应以最快的方式向所在地县级人民政府卫生行政主管部门报告；接到报告的卫生行政主管部门应当在 2 h 内向本级人民政府报告，并同时向上级人民政府卫生行政主管部门和国务院卫生行政主管部门报告。县级人民政府应当在接到报告后 2 h 内向市级人民政府或者上一级人民政府报告；市级人民政府应当在接到报告后 2 h 内向省、自治区、直辖市人民政府报告。省、自治区、直辖市人民政府应当在接到报告 1 h 内向国务院卫生行政主管部门报告。国务院卫生行政主管部门对可能造成重大社会影响的突发事件，

应当立即向国务院报告。

《突发公共卫生事件应急条例》明确规定，任何单位和个人对突发公共卫生事件，不得隐瞒、缓报、谎报或者授意他人隐瞒、缓报、谎报。

二、采取有效的预防控制措施

医院及其医务人员作为处理突发性公共卫生事件的一线人员，其卫生防护是一个重点。除了在人群和患者中进行健康教育外，还要做好自我的卫生防护工作。例如，传染性非典型肺炎流行期间，医院应在门诊设立预检分诊点，对就诊患者进行体温测量，发热患者须到发热门诊就诊。发热门诊应当设在医疗机构内独立的区域，与普通门诊相隔离，避免发热患者与其他患者互相交叉。发热门诊内应通风良好，并设有明显标志和患者通道标志。发热门诊要分为污染区、半污染区、清洁区，分设候诊区、诊室、治疗室、检验室、放射检查室等，放射检查室可配备移动式X射线机。发热门诊应有独立卫生间，定时消毒。发热门诊应当配备有一定临床经验的高年资内科医生，负责对发热性疾病的诊断与鉴别诊断，必须配齐隔离衣、口罩、防护镜等医务人员的防护用品和各种消毒用品，并提供足够的口罩供就诊患者使用。值得一提的是，应对参与急救的第一线医务人员的心理健康给予关注，必要时实施干预措施。

三、积极治疗突发公共卫生事件患者

突发公共卫生事件通常都会出现大量伤病员，作为医务人员在此时第一要做的工作就是运用自己的专业技能急救伤员，而突如其来的情况，往往超出就近的接诊医院或当地整个卫生系统的抢救承受能力，因此，应居安思危，有备无患，制订综合性、针对性的应急预案，这对提高应急急救能力极为重要。同时医院要开展患者接诊、收治和转运工作，实行重症和普通患者分开管理，对疑似患者及时排除或确诊。

发生严重突发事件后，搜寻、急救任务可能很重，经常的做法是最好不要把伤员从现场直接送往医院，而应该先给予充分的就地急救治疗，以免在转送过程中耽搁治疗。

四、开展突发公共卫生事件相关疾病防治研究

突发公共卫生事件发生后，应通过各方面的调查包括流行病学调查，尽快明确突发事件的性质和原因，消除事件隐患，并采取针对性有效措施，控制事态发展。突发公共卫生事件流行病学调查方法主要包括个案调查、病例对照研究和队列研究等。

现场流行病学调查的直接目的是了解突发疫情的流行病学病因，即那些能使疾病发生概率增高的因素、以便及时有针对性地采取措施控制疫情。在已明确病原的突发疫情调查处理过程中，可以按照已知病原采取综合性预防控制措施，但现场流行病学调查同样重要，应试图找出当时、当地影响流行的特有的因素；在不明原因疾病流行过程中，现场流行病学调查更显重要。

练习题

1. 简述突发公共卫生事件的基本特点及其应对特点。
2. 突发公共卫生事件应急处理措施有哪些?
3. 试述临床医务人员在突发公共卫生事件中的作用。

(王 飒)

实习指导

实习一　食物中毒案例讨论

【实习目的】　通过对一起食物中毒案例调查的学习和讨论，掌握食物中毒的主要原因、临床表现和食物中毒的调查处理方法，熟悉细菌性食物中毒的发病特点和预防措施，了解诊断和治疗方法。

【实习课时】．2 课时。

【实习内容】

1. 案例描述　2003 年 8 月 15 日晚，某市卫生监督所接到该市一地段医院值班医生电话报告，该医院今日已陆续收治 20 余名疑似食物中毒的患者，主要为某区一带的居民。接到报告后，市卫生监督所立即组织有关人员携带必要设备赶赴现场。

问题 1：当医生怀疑患者为食物中毒时，应询问些什么？做些什么？如何确诊？

2. 现场调查　卫生监督人员到达现场后，了解到该地段医院已收治类似患者 25 人，且因该院床位已满，还将其余 36 名患者送至另外两家医院就诊。对患者情况进行了调查并逐项登记，发现患者均分散在各户用餐，并都在前一日晚餐吃过由市场买回的熟牛肉，一般在吃后 24 h 内发病。没吃过熟牛肉的未发病。有一家来了一位客人，吃了熟牛肉也发了病。患者以发热和急性胃肠炎症状为主，而近期该地居民未发现有肠道传染病流行。据此，食品卫生监督人员印象为食物中毒，且为感染型细菌性食物中毒，并建议各医院据此考虑治疗方案。

至 16 日晚，共有患者 72 人，其中 61 人住院治疗，另有 11 人因症状较轻未住院。患者年龄最大者 72 岁，最小者 3 岁，男性 39 人，女性 33 人，一般经 3 ~ 5 d 治疗出院，无死亡病例。80% 的患者潜伏期为 24 h（12 ~ 28 h），主要症状为发热、头痛、恶心、呕吐、腹痛、腹泻，体温多为 38 ~ 39 ℃，黄绿色水样便或稀黏便，一般每日 7 ~ 8 次，个别达 10 多次，轻症者仅有稀黏便、腹痛等症状。

因为患者均分散在各自家庭用餐，唯一共同食物是熟牛肉。可疑食物熟牛肉都是居民从某农贸市场两肉食摊贩购回，一般未再加热即食用。只有少数几户蒸或炒后食用，且这几户的患者症状较轻。因所有吃过熟牛肉的人均发病，于是对熟牛肉进行了追踪调查。出售熟牛肉的摊贩张某和王某是 14 日从另一屠宰户郑某处购进的熟牛肉，经卤制出售。郑某于 13 日宰杀了一头未经兽医检疫的病牛，随即用大锅煮约 1 h，用铝盆盛放

过夜，第二日用塑料袋分装，以较低价格卖给张某和王某，至食品卫生监督人员到达时，张王两摊贩处均还有未售的剩余熟牛肉，郑某处也尚剩有熟牛肉和生牛肉若干。

食品卫生监督人员现场封存了所剩余的生熟牛肉，并通知居民及患者家属购有的这批牛肉立即封存，不得食用，听候处理。

问题2：卫生监督人员到达食物中毒现场应做哪些工作？如何确定是否为食物中毒？如何进行中毒食物的调查？

3. 采样与检验　对患者吃剩的牛肉、两个肉食摊贩剩余熟牛肉、屠宰户剩余生熟牛肉、患者大便和呕吐物、患者早期血液进行检验，结果在生熟牛肉中均检出鼠伤寒沙门菌，患者的大便、呕吐物也分离出鼠伤寒沙门菌。患者早期血清凝集效价测定阳性。

问题3：食物中毒应采集哪些样品？

4. 善后处理　将引起食物中毒的剩余生熟牛肉在食品卫生监督人员监督下销毁，对两个肉食摊贩及屠宰户接触病牛肉的所有工具、容器等用1% ~2%碱水消毒，患者呕吐物、排泄物用20%的石灰乳混合处理，同时根据《中华人民共和国食品卫生法》规定，由两个肉食摊贩和屠宰户承担食物中毒患者的全部医药费和误工工资，对个体摊贩和屠宰户均做出罚款和停业整顿处罚。

问题4：食物中毒后现场调查主要内容有哪些？现场处理是否得当？还需要补充什么？

问题5：这次食物中毒的特点是什么？与哪些因素有关？

问题6：如何从中吸取教训，防止类似食物中毒的再度发生？

（李嗣生）

实习二　计量资料的统计描述

【实习目的】　通过对以下例题的计算分析，熟悉计量资料的描述性指标及其应用条件，了解正态分布及其应用，掌握医学参考值范围的制定方法。

【实习课时】　2课时。

【实习内容】

（1）简述正态分布的基本特征。正态分布曲线下的面积有何规律？

（2）计量（数值变异）资料集中趋势和离散趋势的描述指标有哪些？如何正确地选择适宜的指标？

（3）经抽样调查得知2 500名某城区8岁女童的平均身高为100.0 cm，标准差为5.0 cm。①请估计该城区8岁女童平均身高的可能范围（95% *CI*）。②某8岁女童的身高为94.0 cm，问：按95% *NR*，该女童的身高是否正常？

（4）某县疾病预防控制中心为了解一汞矿附近村民的头发汞含量（μmol/kg）水平，调查了410名居住1年以上，无明显肝、肾疾病的村民，结果见实习表2-1。

实习表 2-1　某矿区附近 410 名村民发汞值（μmol/kg）

发汞值	1.5～	3.5～	5.5～	7.5～	9.5～	11.5～	13.5～	15.5～	17.5～19.5
人数	7	10	24	66	47	74	50	106	26

1）说明此资料的频数分布特征。

2）计算中位数 M 和 $\bar{x}$，何者较大？哪一个更适于描述此资料的变异程度？

3）用哪个指标描述村民发汞值的离散程度较好？

4）估计该地村民发汞值的 95% 范围。

（黄祚军）

实习三　计量资料的统计推断

【实习目的】　通过对以下例题的计算分析，掌握计量资料的统计推断方法及假设检验的基本思想。

【实习课时】　2 课时。

【实习内容】

（1）已知某山区健康成年男子的呼吸频率为 22 次/min，现有 100 名成年男子的平均呼吸频率为 25 次/min，标准差为 3 次/min，问：100 名成年男子的呼吸频率与某山区健康成年男子的呼吸频率是否不同？

（2）健康成年男子的平均血红蛋白值为 142 g/L，调查某单位 60 名成年男子，血红蛋白平均值为 131 g/L，标准差为 20 g/L。该单位成年男子的平均血红蛋白与正常人的平均水平有无差别？

（3）妇幼保健院用某药治疗儿童贫血，一个疗程前后血红蛋白值（g/L）见实习表 3-1，问治疗前后儿童血红蛋白含量有无差别？

实习表 3-1　贫血儿童治疗一个疗程前后血红蛋白值（g/L）

患者号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
治疗前	97	103	86	102	98	97	112	83	77	85
治疗后	128	135	115	127	132	133	131	120	120	121

（4）用甲、乙两药治疗高血脂患者，治疗前后血脂的变化见实习表 3-2。试比较两种药物的疗效有无差别。

实习表3-2　两种药物治疗高血脂患者前后胆固醇变化（mmol/L）

编号	甲药		乙药	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
1	6.76	5.47	6.83	6.37
2	6.58	6.03	7.03	6.56
3	7.02	6.42	6.74	6.41
4	6.76	5.80	6.39	5.96
5	7.24	6.12	7.04	6.03
6	6.57	5.96	7.06	6.56
7	7.03	6.02	7.64	7.03
8	6.58	5.96	6.43	6.01
9			6.36	5.96
10			6.08	5.87

（黄祚军）

实习四　计数变量的统计描述与统计推断

【实习目的】　通过对以下例题的计算分析，掌握常用相对数指标的意义；学会运用率、构成比指标及率的标准化法分析资料。

【实习课时】　2课时。

【实习内容】

（1）某地恶性肿瘤死亡抽样调查情况见实习表4-1。

1）填补空白处数据。

2）根据最后三栏结果进行简要分析。

实习表4-1　某地各年龄组恶性肿瘤死亡情况

年龄（岁）	人口数	死亡总数	恶性肿瘤死亡数	恶性肿瘤死亡数占总死亡的百分数（%）	恶性肿瘤死亡率（1/10万）	年龄别死亡率（‰）
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
0～	82 920		4	2.90		
20～		63		19.05	25.73	
40～	28 161	172	42			
≥60			32			
合计	167 090	715	90	12.59		

（2）某地区1991～2000年流行性脑脊髓膜炎发病率情况见实习表4-2，试做动态分析。

实习表4-2　某地区1991～2000年流行性脑脊髓膜炎发病率

年份	发病率（1/10万）
1991	12.31
1992	8.87
1993	6.07
1994	5.08
1995	3.38
1996	2.29
1997	2.31
1998	2.47
1999	2.76
2000	2.52

（3）"某医师收治4名颈椎病患者，用家传秘方治疗一年后患者病情明显好转，则该医生用家传秘方治疗风湿性关节炎的有效率为100%"。这种说法正确吗？为什么？

（4）某研究人员根据某医院某年某种疾病住院患者按职业分组的统计资料（实习表4-3），认为全体患者中工人占75%，农民占10%，因此工人比农民更容易患病。你认为如何？

实习表4-3　某年某医院住院患者按职业分组统计

职业	患者人数	构成比（%）
工人	750	75
农民	100	10
其他	150	15
合计	1 000	100

（5）某市1980年、1990年、2000年居民主要死因统计情况见实习表4-4，据此认为"随着时代的发展，早产、神经系统疾病、循环系统疾病、传染病等的死亡率增加"。请对此结论予以评价。

实习表 4-4　某市三个不同年度的主要死因构成（%）

死因	1980 年	1990 年	2000 年
呼吸系统疾病	31.2	21.8	17.4
结核	22.5	16.3	10.7
消化系统疾病	14.6	16.0	14.6
早产	6.5	12.2	13.3
神经系统疾病	5.0	6.4	11.2
循环系统疾病	4.6	6.4	15.3
传染病	1.6	0.9	2.2
其他	14.0	20.0	15.3
总计	100.0	100.0	100.0

（6）对某地区某年儿童急性传染病进行比较（实习表 4-5），能得出 10～14 岁儿童白喉、痢疾发病明显高于 3～4 岁年龄组的结论吗？为什么？（3～4 岁组为 20 000 人；10～14 岁组为 40 000 人）

实习表 4-5　某地区某年儿童急性传染病发病情况

病种	3～4 岁		10～14 岁	
	患病人数	构成比（%）	患病人数	构成比（%）
猩红热	2 920	36.5	1 070	35.2
麻疹	2 640	32.9	640	21.0
百日咳	1 450	18.1	140	4.6
白喉	530	6.6	580	19.1
痢疾	470	5.9	610	20.1
总计	8 010	100.0	3 040	100.0

（7）某地某年的肿瘤普查资料见实习表 4-6，试回答：

1）哪个年龄组的患者最多？

2）哪个年龄组的人患肿瘤比例最高？

实习表 4-6　某地某年肿瘤普查情况

年龄	人口数	肿瘤患病人数	构成比（%）	患病率（1/10 万）
0～	589 452	19	1.3	3.22
30～	654 935	194	12.8	29.62
40～	432 567	503	33.2	116.28

续表

年龄	人口数	肿瘤患病人数	构成比（%）	患病率（1/10万）
50～	123 794	536	35.4	432.98
60～	31 129	261	17.3	838.45
合计	1 831 877	1 513	100.0	82.59

（朱新义）

实习五　计数资料的统计推断

【实习目的】　通过对以下例题的计算分析，掌握四格表资料和行×列表资料的χ^2检验方法。

【实习课时】　2课时。

【实习内容】

（1）某研究人员观察吸烟与肺癌的关系，结果见实习表5-1。试分析吸烟与肺癌是否有关系。

实习表5-1　吸烟与肺癌的关系

组别	患病人数	未患病人数	合计	患病率（%）
吸烟组	105	39	144	72.9
不吸烟组	66	73	139	47.5
合计	171	112	283	60.4

（2）根据实习表5-2资料，比较甲、乙两医院乳腺癌手术后的5年生存率。

实习表5-2　甲、乙两医院乳腺癌手术后的5年生存率（%）

腋下淋巴结转移	甲医院			乙医院		
	病例数	生存数	生存率（%）	病例数	生存数	生存率（%）
无	45	35	77.78	300	215	71.67
有	710	450	63.38	83	42	50.60
合计	755	485	64.24	383	257	67.10

（3）随机调查200名某高校大学生，了解其艾滋病知识的知晓情况，结果只有94名学生知道艾滋病病毒的传播方式。试估计该校大学生艾滋病知识知晓率的95%可信区间。

（4）某神经内科医生观察290例脑梗死患者，其中140例单纯用西医疗法，150例

用西医疗法加中医疗法。观察一年后，西医疗法组有 103 人症状明显改善，中西医结合组有 128 人症状明显改善。试分析两种治疗方案有无差异。

（5）为研究手术时间的长短是否会影响感染率，收集 107 例手术者的资料，按照手术时间的长短将患者分为两组，结果见实习表 5－3。问不同手术时间的患者感染率是否有差别。

实习表 5－3　两组不同手术时间的患者感染率比较

手术时间	感染	未感染	合计
≤4 h	5	68	73
>4 h	6	28	34

（6）某医院 147 份大肠杆菌标本分别在 A、B 两种培养基上培养，然后进行检验，资料见实习表 5－4。试分析两种培养基的检验结果是否有差别。

实习表 5－4　两种培养基的培养结果

A	B		合计
	+	－	
+	59	36	95
－	15	37	52
合计	74	73	147

（7）为比较三种手术方法纠正手指挛缩畸形的疗效，将患者随机分为 A、B、C 三种手术方法组进行手术，随访一年后评定疗效。结果见实习表 5－5。问三种手术方法的疗效是否有差别。

实习表 5－5　三种治疗手指挛缩畸形手术方法的疗效比较

手术方法	优良	不明显	合计	优良率（%）
A	1	13	14	7.1
B	8	9	17	47.1
C	14	2	16	87.5
合计	23	24	47	48.9

（8）为研究白血病与血型之间的关系，将 308 例白血病患者分为急性和慢性两组，以 200 名健康人为对照组，按血型分类记数，结果见实习表 5－6。试问三组的血型构成有无差异。

实习表 5-6　白血病患者与健康人的血型构成比较

组别	A	B	O	AB	合计
急性白血病	60	47	61	21	189
慢性白血病	42	30	34	13	119
健康人	44	68	70	18	200
合计	146	145	165	52	508

(9) 用维生素 K_3 眼药水治疗近视眼患者，同时用 0.9% 氯化钠注射液做安慰剂，对两组的疗效进行观察，结果见实习表 5-7。试分析维生素 K_3 眼药水对近视眼患者是否有效。

实习表 5-7　维生素 K_3 眼药水与 0.9% 氯化钠注射液的疗效比较

疗效	维生素 K_3 眼药水	0.9% 氯化钠注射液
退步	8	20
不变	93	60
进步	11	10
恢复	4	1
合计	116	91

(10) 某医生欲研究冠心病与眼底动脉硬化的关系，抽样调查资料整理后见实习表 5-8。问二者之间是否存在一定的关系。

实习表 5-8　冠心病诊断结果与眼底动脉硬化级别的关系

眼底动脉硬化级别	冠心病诊断结果			合计
	正常	可疑	冠心病	
0	340	11	6	357
Ⅰ	73	13	6	92
Ⅱ	97	18	18	133
Ⅲ	3	2	1	6
合计	513	44	31	588

（朱新义）

实习六　统计表与统计图的绘制

【实习目的】　通过对以下例题的计算分析，掌握统计表与统计图的绘制方法，熟

悉常用统计图的适用范围。

【实习课时】 2课时。

【实习内容】

（1）请按绘制统计表的要求对实习表6-1进行修改。

实习表6-1 某药治疗某病疗效观察

效果	有效						无效	
	小计		近期痊愈		好转			
	例	%	例	%	例	%	例	%
184	150	81.5	88	47.8	62	33.7	34	18.5

（2）请根据实习表6-2资料考虑：

1）若比较两个年龄组儿童四种疾病的发病率，应绘制什么图？

2）若比较两个年龄组儿童四种疾病的疾病构成情况，应绘制什么图？

实习表6-2 某年某地两个年龄组四种疾病发病情况

病种	0~4岁组			10~14岁组		
	例数	构成比（%）	发病率（‰）	例数	构成比（%）	发病率（‰）
百日咳	80	16	4.0	60	32	1.5
麻疹	320	64	16.0	48	25	1.2
猩红热	60	12	3.0	45	24	1.1
白喉	40	8	2.0	36	19	0.9

（3）将实习表6-3资料绘制成适当的统计图。

实习表6-3 某市城区和郊县1989~1999年糖尿病死亡情况（1/10万）

年度	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
城区死亡率	4.45	4.77	4.65	5.64	5.78	6.86	7.45	7.73	8.91	10.59	11.78
郊县死亡率	2.12	2.46	2.89	3.65	3.87	4.12	4.28	4.59	5.32	6.22	7.54

（4）某地110名20岁健康男大学生身高资料的频数分布见实习表6-4，绘制成直方图。

实习表6-4 某地110名20岁健康男大学生身高（cm）分布

身高组段	人数
162~	1
164~	4

续表

身高组段	人数
166 ~	9
168 ~	13
170 ~	19
172 ~	27
174 ~	16
176 ~	8
178 ~	8
180 ~	3
182 ~ 184	2
合计	110

（黄祚军）

附　　录

附录一　标准正态分布曲线下的面积

[本表为自 $-\infty$ 到 $-u$ 的面积 $\Phi(-u)$，$\Phi(u)=1-\Phi(-u)$]

u	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
−3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
−2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
−2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
−2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
−2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
−2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
−2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
−2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
−2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
−2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
−2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
−1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
−1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
−1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
−1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
−1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
−1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
−1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
−1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
−1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
−1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
−0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611

续表

u	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
-0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
-0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
-0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
-0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
-0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
-0.2	.4207	.4186	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
-0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
-0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

附录二 *t* 界值表

ν	P (2):	0.50	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
	P (1):	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.002 5	0.001	0.000 5
1		1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.321	318.309	636.619
2		0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	22.327	31.599
3		0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.215	12.924
4		0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.589	7.173	8.610
5		0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6		0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7		0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.785	5.408
8		0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9		0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10		0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11		0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12		0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13		0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14		0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15		0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16		0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17		0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18		0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19		0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20		0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21		0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819

续表

ν	P (2):	0.50	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
	P (1):	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.002 5	0.001	0.000 5
22		0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23		0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.768
24		0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745
25		0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26		0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707
27		0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28		0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29		0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30		0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
31		0.682	1.309	1.696	2.040	2.453	2.744	3.022	3.375	3.633
32		0.682	1.309	1.694	2.037	2.449	2.738	3.015	3.365	3.622
33		0.682	1.308	1.692	2.035	2.445	2.733	3.008	3.356	3.611
34		0.682	1.307	1.691	2.032	2.441	2.728	3.002	3.348	3.601
35		0.682	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	2.996	3.340	3.591
36		0.681	1.306	1.688	2.028	2.434	2.719	2.990	3.333	3.582
37		0.681	1.305	1.687	2.026	2.431	2.715	2.985	3.326	3.574
38		0.681	1.304	1.686	2.024	2.429	2.712	2.980	3.319	3.566
39		0.681	1.304	1.685	2.023	2.426	2.708	2.976	3.313	3.558
40		0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
50		0.679	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	2.937	3.261	3.496
60		0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
70		0.678	1.294	1.667	1.994	2.381	2.648	2.899	3.211	3.436
80		0.678	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	2.887	3.195	3.416
90		0.677	1.291	1.662	1.987	2.368	2.632	2.878	3.183	3.402
100		0.677	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	2.871	3.174	3.390
200		0.676	1.286	1.653	1.972	2.345	2.601	2.839	3.131	3.340
500		0.675	1.283	1.648	1.965	2.334	2.586	2.820	3.107	3.310
1000		0.675	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	2.813	3.098	3.300
∞		0.674 5	1.281 6	1.644 9	1.960 0	2.326 3	2.575 8	2.807 0	3.090 2	3.290 5

注：表中 P (2) 是双侧的概率，P (1) 是单侧的概率，ν 是自由度。

附录三 F界值表

（方差分析用，上行：$P=0.05$，$P=0.01$）

ν_2（较小均方的自由度）	ν_1（较大均方的自由度）										
	1	2	3	4	5	6	7	8	12	24	∞
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	243.9	249.1	254.3
	4052	4999.5	5403	5625	5764	5859	5928	5982	6106	6235	6366
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.41	19.45	19.50
	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.42	99.46	99.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.74	8.64	8.53
	34.12	30.82	29.46	28.17	28.24	27.91	27.67	27.49	27.05	26.60	26.13
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	5.91	5.77	5.63
	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.37	13.93	13.46
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.68	4.53	4.36
	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	9.89	9.47	9.02
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.00	3.84	3.67
	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.72	7.31	6.88
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.57	3.41	3.23
	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.47	6.07	5.65
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.28	3.12	2.93
	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.67	5.28	4.86
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.07	2.90	2.71
	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.11	4.73	4.31
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	2.91	2.74	2.54
	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.71	4.33	3.91
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.69	2.51	2.30
	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.16	3.78	3.36
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.53	2.35	2.13
	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	3.80	3.43	3.00
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.42	2.24	2.01
	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.55	3.18	2.75
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.34	2.15	1.92
	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.37	3.00	2.57
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.28	2.08	1.84
	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.23	2.86	2.42
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.09	1.89	1.62
	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	2.84	2.47	2.01

续表

ν_2（较小均方的自由度）	ν_1（较大均方的自由度）										
	1	2	3	4	5	6	7	8	12	24	∞
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.00	1.79	1.51
	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.66	2.29	1.80
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	1.92	1.70	1.39
	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.50	2.12	1.60
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.83	1.61	1.25
	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.34	1.95	1.38
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.75	1.52	1.00
	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.18	1.79	1.00

附录四　百分率的可信区间

上行：95% 可信区间　下行：99% 可信区间

n	X													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0~98													
	1~100													
2	0~84	1~99												
	0~93	0~100												
3	0~71	1~91	9~99											
	0~83	0~96	4~100											
4	0~60	1~81	7~93											
	0~73	0~89	3~97											
5	0~52	1~72	5~85	15~95										
	0~65	0~81	2~92	8~98										
6	0~46	0~64	4~78	12~88										
	0~59	0~75	2~86	7~93										
7	0~41	0~58	4~71	10~82	18~90									
	0~53	0~68	2~80	6~88	12~94									
8	0~37	0~53	3~65	9~76	16~84									
	0~48	0~63	1~74	5~83	10~90									
9	0~34	0~48	3~60	7~70	14~79	21~86								
	0~45	0~59	1~69	4~78	9~85	15~91								
10	0~31	0~45	3~56	7~65	12~74	19~81								
	0~41	0~54	1~65	4~74	8~81	13~87								
11	0~28	0~41	2~52	6~61	11~69	17~77	23~83							

续表

n	X													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	0 ~ 38	0 ~ 51	1 ~ 61	3 ~ 69	7 ~ 77	11 ~ 83	17 ~ 89							
12	0 ~ 26	0 ~ 38	2 ~ 48	5 ~ 57	10 ~ 65	15 ~ 72	21 ~ 79							
	0 ~ 36	0 ~ 48	1 ~ 57	3 ~ 66	6 ~ 73	10 ~ 79	15 ~ 85							
13	0 ~ 25	0 ~ 36	2 ~ 45	5 ~ 54	9 ~ 61	14 ~ 68	19 ~ 75	25 ~ 81						
	0 ~ 34	0 ~ 45	1 ~ 54	3 ~ 62	6 ~ 69	9 ~ 76	14 ~ 81	19 ~ 86						
14	0 ~ 23	0 ~ 34	2 ~ 43	5 ~ 51	8 ~ 58	13 ~ 65	18 ~ 71	23 ~ 77						
	0 ~ 32	0 ~ 42	1 ~ 51	3 ~ 59	5 ~ 66	9 ~ 72	13 ~ 78	17 ~ 83						
15	0 ~ 22	0 ~ 32	2 ~ 40	4 ~ 48	8 ~ 55	12 ~ 62	16 ~ 68	21 ~ 73	27 ~ 79					
	0 ~ 30	0 ~ 40	1 ~ 49	2 ~ 56	5 ~ 63	8 ~ 69	12 ~ 74	16 ~ 79	21 ~ 84					
16	0 ~ 21	0 ~ 30	2 ~ 38	4 ~ 46	4 ~ 52	11 ~ 59	15 ~ 65	20 ~ 70	25 ~ 75					
	0 ~ 28	0 ~ 38	1 ~ 46	2 ~ 53	5 ~ 60	8 ~ 66	11 ~ 71	15 ~ 76	19 ~ 81					
17	0 ~ 20	0 ~ 29	2 ~ 36	4 ~ 43	7 ~ 50	10 ~ 56	14 ~ 62	18 ~ 67	23 ~ 72	28 ~ 77				
	0 ~ 27	0 ~ 36	1 ~ 44	2 ~ 51	4 ~ 57	7 ~ 63	10 ~ 69	14 ~ 74	18 ~ 78	22 ~ 82				
18	0 ~ 19	0 ~ 27	1 ~ 35	4 ~ 41	6 ~ 48	10 ~ 54	13 ~ 59	17 ~ 64	22 ~ 69	26 ~ 74				
	0 ~ 26	0 ~ 35	1 ~ 42	2 ~ 49	4 ~ 55	7 ~ 61	10 ~ 66	13 ~ 71	17 ~ 75	21 ~ 79				
19	0 ~ 18	0 ~ 26	1 ~ 33	3 ~ 40	6 ~ 46	9 ~ 51	13 ~ 57	16 ~ 62	20 ~ 67	24 ~ 71	29 ~ 76			
	0 ~ 24	0 ~ 33	1 ~ 40	2 ~ 47	4 ~ 53	6 ~ 58	9 ~ 63	12 ~ 68	16 ~ 73	19 ~ 77	23 ~ 81			
20	0 ~ 17	0 ~ 25	1 ~ 31	3 ~ 38	6 ~ 44	9 ~ 49	12 ~ 54	15 ~ 59	19 ~ 64	23 ~ 68	27 ~ 73			
	0 ~ 23	0 ~ 32	1 ~ 39	2 ~ 45	4 ~ 51	6 ~ 56	8 ~ 61	11 ~ 66	15 ~ 70	18 ~ 74	22 ~ 78			
21	0 ~ 16	0 ~ 24	1 ~ 30	3 ~ 36	5 ~ 42	8 ~ 47	11 ~ 52	15 ~ 57	18 ~ 62	22 ~ 66	26 ~ 70	30 ~ 74		
	0 ~ 22	0 ~ 30	1 ~ 37	2 ~ 43	3 ~ 49	6 ~ 54	8 ~ 59	11 ~ 63	14 ~ 68	17 ~ 71	21 ~ 76	24 ~ 80		
22	0 ~ 15	0 ~ 23	1 ~ 29	3 ~ 35	5 ~ 40	3 ~ 45	11 ~ 50	14 ~ 55	17 ~ 59	21 ~ 64	24 ~ 68	28 ~ 72		
	0 ~ 21	0 ~ 29	1 ~ 36	2 ~ 42	3 ~ 47	5 ~ 52	8 ~ 57	10 ~ 61	13 ~ 66	16 ~ 70	20 ~ 73	23 ~ 77		
23	0 ~ 15	0 ~ 22	1 ~ 28	3 ~ 34	5 ~ 39	8 ~ 44	10 ~ 48	13 ~ 53	16 ~ 57	20 ~ 62	23 ~ 66	27 ~ 69	31 ~ 73	
	0 ~ 21	0 ~ 28	1 ~ 35	2 ~ 40	3 ~ 45	5 ~ 50	7 ~ 55	10 ~ 59	13 ~ 63	15 ~ 67	19 ~ 71	22 ~ 75	25 ~ 78	
24	0 ~ 14	0 ~ 21	1 ~ 27	3 ~ 32	5 ~ 37	7 ~ 42	10 ~ 47	13 ~ 51	16 ~ 55	19 ~ 59	22 ~ 63	26 ~ 67	29 ~ 71	
	0 ~ 20	0 ~ 27	0 ~ 33	2 ~ 39	3 ~ 44	5 ~ 49	7 ~ 53	9 ~ 57	12 ~ 61	15 ~ 65	18 ~ 69	21 ~ 73	24 ~ 76	
25	0 ~ 14	0 ~ 20	1 ~ 26	3 ~ 31	5 ~ 36	7 ~ 41	9 ~ 45	12 ~ 49	15 ~ 54	18 ~ 58	21 ~ 61	24 ~ 65	28 ~ 69	31 ~ 72
	0 ~ 19	0 ~ 26	0 ~ 32	1 ~ 37	3 ~ 42	5 ~ 47	7 ~ 51	9 ~ 56	11 ~ 60	14 ~ 63	17 ~ 67	20 ~ 71	23 ~ 74	26 ~ 77
26	0 ~ 13	0 ~ 20	1 ~ 25	2 ~ 30	4 ~ 35	7 ~ 39	9 ~ 44	12 ~ 48	14 ~ 52	17 ~ 56	20 ~ 60	23 ~ 63	27 ~ 67	30 ~ 70
	0 ~ 18	0 ~ 25	0 ~ 31	1 ~ 36	3 ~ 41	4 ~ 46	6 ~ 50	9 ~ 54	11 ~ 58	13 ~ 62	16 ~ 65	19 ~ 69	22 ~ 72	25 ~ 75
27	0 ~ 13	0 ~ 19	1 ~ 24	2 ~ 29	4 ~ 34	6 ~ 38	9 ~ 42	11 ~ 46	14 ~ 50	16 ~ 54	19 ~ 58	22 ~ 61	25 ~ 65	29 ~ 68
	0 ~ 18	0 ~ 25	0 ~ 30	1 ~ 35	3 ~ 40	4 ~ 44	6 ~ 48	8 ~ 52	10 ~ 57	13 ~ 60	15 ~ 63	18 ~ 67	21 ~ 70	24 ~ 73
28	0 ~ 12	0 ~ 18	1 ~ 24	2 ~ 28	4 ~ 33	6 ~ 37	8 ~ 41	11 ~ 45	13 ~ 49	16 ~ 52	19 ~ 56	22 ~ 59	25 ~ 63	28 ~ 66

续表

n	X													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	0~17	0~24	0~29	1~34	3~39	4~43	6~47	8~51	10~55	12~58	15~62	17~65	20~68	23~71
29	0~12	0~18	1~23	2~27	4~32	6~36	8~40	10~44	13~47	15~51	18~54	21~58	24~61	26~64
	0~17	0~23	0~28	1~33	2~37	4~42	6~46	8~49	10~53	12~57	14~60	17~63	19~66	22~70
30	0~12	0~17	1~22	2~27	4~31	6~35	8~39	10~43	12~46	15~50	17~53	20~56	23~60	25~63
	0~16	0~22	0~28	1~32	3~36	4~40	6~44	8~48	10~52	12~55	14~58	16~62	18~65	21~68
31	0~11	0~17	1~22	2~26	4~30	6~34	8~38	10~41	12~45	14~48	17~51	19~55	22~58	25~61
	0~16	0~22	0~27	1~31	2~35	4~39	5~43	7~47	9~50	11~54	13~57	16~60	18~63	20~66
32	0~11	0~16	1~21	2~25	4~29	5~33	7~36	9~40	12~43	14~47	16~50	19~53	21~56	24~59
	0~15	0~21	0~26	1~30	2~34	4~38	5~42	7~46	9~49	11~52	13~56	15~59	17~62	20~65
33	0~11	0~15	1~20	2~24	3~28	5~32	7~36	9~39	11~42	13~46	16~49	18~52	20~55	23~58
	0~15	0~20	0~25	1~30	2~34	3~37	5~41	7~44	8~48	10~51	12~54	14~57	17~60	19~63
34	0~10	0~15	1~19	2~23	3~28	5~31	7~35	9~38	11~41	13~44	15~48	17~51	20~54	22~56
	0~14	0~20	0~25	1~29	2~33	3~36	5~40	6~43	8~47	10~50	12~53	14~56	16~59	18~62
35	0~10	0~15	1~19	2~23	3~27	5~30	7~34	8~37	10~40	13~43	15~46	17~49	19~52	22~55
	0~14	0~20	0~24	1~28	2~32	3~35	5~39	6~42	8~45	10~49	12~52	14~55	16~57	18~60
36	0~10	0~15	1~18	2~22	3~26	5~29	6~33	8~36	10~39	12~42	14~45	16~48	19~51	21~54
	0~14	0~19	0~23	1~27	2~31	3~35	5~38	6~41	8~44	9~47	11~50	13~53	15~56	17~59
37	0~10	0~14	1~18	2~22	3~25	5~28	6~32	8~35	10~38	12~41	14~44	16~47	18~50	20~53
	0~13	0~18	0~23	1~27	2~30	3~34	4~37	6~40	7~43	9~46	11~49	13~52	15~55	17~58
38	0~10	0~14	1~18	2~21	3~25	5~28	6~23	8~34	10~37	11~40	13~43	15~46	18~49	20~51
	0~13	0~18	0~22	1~26	2~30	3~33	4~36	6~39	7~42	9~45	11~48	12~51	14~54	16~56
39	0~9	0~14	1~17	2~21	3~24	4~27	6~31	8~33	9~36	11~39	13~42	15~45	17~48	19~50
	0~13	0~18	0~21	1~25	2~29	3~32	4~35	6~38	7~41	9~44	10~47	12~50	14~53	16~55
40	0~9	0~13	1~17	2~21	3~24	4~27	6~30	8~33	9~35	11~38	13~41	15~44	17~45	19~49
	0~12	0~17	0~21	1~25	2~28	3~32	4~35	5~38	7~40	9~43	10~46	12~49	13~52	15~54
41	0~9	0~13	1~17	2~20	3~23	4~24	6~29	7~32	9~35	11~37	12~40	14~43	16~46	18~48
	0~12	0~17	0~21	1~24	2~28	3~31	4~34	5~37	7~40	8~42	10~45	11~48	13~50	15~53
42	0~9	0~13	1~16	2~20	3~23	4~24	6~28	7~31	9~34	10~27	12~39	14~42	16~45	18~47
	0~12	0~17	0~20	1~24	2~27	3~30	4~33	5~36	7~39	8~42	9~44	11~47	13~49	14~52
43	0~9	0~12	1~16	2~19	3~23	4~25	5~28	7~31	8~33	10~36	12~39	14~41	15~44	17~46
	0~12	0~16	0~20	1~23	2~26	3~30	4~33	5~35	6~38	8~41	9~43	11~46	13~49	14~51
44	0~9	0~12	1~15	2~19	3~22	4~25	5~28	7~30	8~33	10~35	11~38	13~40	15~43	17~45
	0~11	0~16	0~19	1~23	2~26	3~29	4~32	5~35	6~37	8~40	9~42	11~45	12~47	14~50
45	0~8	0~12	1~15	2~18	3~21	4~24	5~27	7~30	8~32	9~34	11~37	13~39	15~42	16~44

续表

n	X													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	0~11	0~15	0~19	1~22	2~25	3~28	4~31	5~34	6~37	8~39	9~42	10~44	12~47	14~49
46	0~8	0~12	1~15	2~18	3~21	4~24	5~26	7~29	8~31	9~35	11~36	13~39	14~41	16~43
	0~11	0~15	0~19	1~22	2~25	3~28	4~31	5~33	6~36	7~39	9~41	10~43	12~46	13~48
47	0~8	0~12	1~15	2~17	3~20	4~23	5~26	6~28	8~31	9~34	11~36	12~38	14~40	16~43
	0~11	0~15	0~18	1~21	2~24	2~27	3~30	5~33	6~35	7~38	9~40	10~42	11~45	13~47
48	0~8	0~11	1~14	2~17	3~20	4~22	5~25	6~28	8~30	9~33	11~35	12~37	14~39	15~42
	0~10	0~14	0~18	1~21	2~24	2~27	3~29	5~32	6~35	7~37	8~40	10~42	11~44	13~47
49	0~8	0~11	1~14	2~17	2~20	4~22	5~25	6~27	7~30	9~32	10~35	12~37	13~39	15~41
	0~10	0~14	0~17	1~20	1~24	2~26	3~29	4~32	6~34	7~36	8~39	9~41	11~44	12~46
50	0~7	0~11	1~14	2~17	2~19	3~22	5~24	6~26	7~29	9~31	10~34	11~36	13~38	15~41
	0~10	0~14	0~17	1~20	1~23	2~26	3~28	4~31	5~33	7~36	8~38	9~40	11~43	12~45

附录五 χ^2 界值表

自由度	概率 P（右侧尾部面积）												
ν	0.995	0.990	0.975	0.950	0.900	0.750	0.500	0.250	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	…	…	…	…	0.02	0.10	0.45	1.32	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.01	0.02	0.02	0.10	0.21	0.58	1.39	2.77	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.07	0.11	0.22	0.35	0.58	1.21	2.37	4.11	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.21	0.30	0.48	0.71	1.06	1.92	3.36	5.39	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	0.41	0.55	0.83	1.15	1.61	2.67	4.35	6.63	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	0.68	0.87	1.24	1.64	2.20	3.45	5.35	7.84	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.99	1.24	1.69	2.17	2.83	4.25	6.35	9.04	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.40	5.07	7.34	10.22	13.36	15.51	17.53	20.09	21.96
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	5.90	8.34	11.39	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	6.74	9.34	12.55	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	7.58	10.34	13.70	17.28	19.68	21.92	24.72	26.76
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	8.44	11.34	14.85	18.55	21.03	23.34	26.22	28.30
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	9.30	12.34	15.98	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	10.17	13.34	17.12	21.06	23.68	26.12	29.14	31.32
15	4.60	5.23	6.27	7.26	8.55	11.04	14.34	18.25	22.31	25.00	27.49	30.58	32.80
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.91	15.34	19.37	23.54	26.30	28.85	32.00	34.27
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	12.79	16.34	20.49	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	13.68	17.34	21.60	25.99	28.87	31.53	34.81	37.16
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	14.56	18.34	22.72	27.20	30.14	32.85	36.19	38.58

续表

自由度	概率 *P*（右侧尾部面积）												
ν	0.995	0.990	0.975	0.950	0.900	0.750	0.500	0.250	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	15.45	19.34	23.83	28.41	31.41	34.17	37.57	40.00
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	16.34	20.34	24.93	29.62	32.67	35.48	38.93	41.40
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	17.24	21.34	26.04	30.81	33.92	36.78	40.29	42.80
23	9.26	10.20	11.69	13.09	14.85	18.14	22.34	27.14	32.01	35.17	38.08	41.64	44.18
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	19.04	23.34	28.24	33.20	36.42	39.36	42.98	45.56
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	19.94	24.34	29.34	34.38	37.65	40.65	44.31	46.93
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	20.84	25.34	30.43	35.56	38.89	41.92	45.64	48.29
27	11.81	12.88	14.57	16.15	18.11	21.75	26.34	31.53	36.74	40.11	43.19	46.96	49.64
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	22.66	27.34	32.62	37.92	41.34	44.46	48.28	50.99
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	23.57	28.34	33.71	39.09	42.56	45.72	49.59	52.34
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.60	24.48	29.34	34.80	40.26	43.77	46.98	50.89	53.67
40	20.71	22.16	24.43	26.51	29.05	33.66	39.34	45.62	51.80	55.76	59.34	63.69	66.77
50	27.99	29.71	32.36	34.76	37.69	42.94	49.33	56.33	63.17	67.50	71.42	76.15	79.49
60	35.53	37.48	40.48	43.19	46.46	52.29	59.33	66.98	74.40	79.08	83.30	88.38	91.95
70	43.28	45.44	48.76	51.74	55.33	61.70	69.33	77.58	85.53	90.53	95.02	100.42	104.22
80	51.17	53.54	57.15	60.39	64.28	71.14	79.33	88.13	96.58	101.88	106.63	112.33	116.32
90	59.20	61.75	65.65	69.13	73.29	80.62	89.33	98.64	107.56	113.14	118.14	124.12	128.30
100	67.33	70.06	74.22	77.93	82.36	90.13	99.33	109.14	118.50	124.34	129.56	135.81	140.17

参考文献

[1] 黄吉武. 预防医学 [M]. 3 版. 北京：人民卫生出版社，2006.
[2] 凌文华. 预防医学 [M]. 2 版. 北京：人民卫生出版社，2006.
[3] 范利国. 预防医学 [M]. 南京：江苏科学技术出版社，2011.
[4] 魏双平. 预防医学 [M]. 2 版. 西安：第四军医大学出版社，2011.
[5] 陈学敏. 环境卫生学 [M]. 北京：人民卫生出版社，2004.
[6] 王振刚. 环境卫生学 [M]. 北京：人民卫生出版社，2000.
[7] 邵爱玉，张晶. 预防医学 [M]. 上海：复旦大学出版社，2011.
[8] 杨克敌. 环境卫生学 [M]. 6 版. 北京：人民卫生出版社，2007.
[9] 叶宜德. 预防医学 [M]. 北京：高等教育出版社，2006.
[10] 金丕焕. 医用统计方法 [M]. 上海：上海医科大学出版社，1993.
[11] 倪宗瓒. 卫生统计学 [M]. 4 版. 北京：人民卫生出版社，2002.
[12] 李立明. 流行病学 [M]. 5 版. 北京：人民卫生出版社，2004.
[13] 方积乾. 卫生统计学 [M]. 北京：人民卫生出版社，2003.
[14] 杨树勤. 卫生统计学 [M]. 北京：人民卫生出版社，1998.
[15] 张勤国. 医学统计方法 [M]. 北京：科学出版社，2003.
[16] 王建华. 流行病学 [M]. 6 版. 北京：人民卫生出版社，2004.
[17] 卫生部人才交流服务中心. 突发公共卫生事件应急处理 [M]. 济南：山东大学出版社，2004.
[18] 张黎明，张晓新. 美国公共卫生快速反应机制及 SARS 防治预警系统 [J]. 中国医院管理，2003，25 (7)：60－62.